Erste Lieferung. Preis 8 Ngr.



Das ganze Werk ist mit 10 Lieferungen vollständig.

Prospect umstehend.

Prospectus.

Das herrliche Weltall mit seinem geheimnißvollen Inhalte, die wunderbare Werkstätte eines allmächtigen Meisters, ist überall mit den kunstvollsten Schätzen ausgerüstet; nicht allein die Tropenwelt mit ihrem herrlich geschmückten Teppich, sondern jede Himmelsgegend, selbst der hohe Norden bietet überall die kostbarsten Werke einer weisen Schöpfung, theils als eigenthümliche, kürzer oder länger dauernde Gebilde, theils als rasch vorübergehende räthselhafte Erscheinungen.

Jeder Freund der Natur, selbst der oberflächlichste Beobachter wird daher durch das Ebenmaß und durch die schöne Gestalt der vollkommeneren Wesen, durch malerisch ausgestattete Wiesengründe und liebliche Thäler, durch majestätisch aufgethürmte Felsmassen, durch ein Heer prächtig funkelnder Sterne, durch die großartigen Revolutionen des Weltalls mächtig angezogen und dauernd gefesselt; aber das spähende Auge des Naturforschers, sei es bewaffnet oder unbewaffnet, schauet tiefer in die innere Thätigkeit des Einzelnen, um die Vorgänge mit dem großen Ganzen in Zusammenhang zu bringen.

Der rastlos weiter strebende Forschergeist wird von den scheinbar unbedeutendsten Kindern der Natur noch dauernder gefesselt als der gewöhnliche Beobachter, und oft lange Zeit in Anspruch genommen, um den geheimnißvollen Schleier zu lüften, das Unsichtbare durch künstliche Vergrößerung zu Tage zu fördern, zu zergliedern, zu zerlegen, zu berechnen, um so die Geheimnisse der Schöpfung und deren Bedeutung zu enthüllen. Hiervon liefert uns die Neuzeit die herrlichsten Beweise.

Von Tag zu Tag steigert sich der Durst nach Aufklärung über das unendlich feine Gewebe des umfangreichen Weltgebäudes, und in siegreicher Belohnung sehen wir eine gedrängte Reihenfolge zahlreicher Entdeckungen zu neuen, mehr haltbaren Schlüssen führen, wodurch die einzelnen Zweige der allgemeinen Naturwissenschaft unter Riesenfortschritten mit staunenswerther, unaufhaltsam fortströmender Schnelle einer blühenden Entwickelung und festeren Begründung sich erfreuen.

Sind wir auch noch weit davon entfernt, alle die geheimen und verwickelten Fäden des wunderbar vereinten, großartigen Geflechtes unseres Erdenrundes zu kennen, so sind wir doch der Zeit bodenloser Hypothesen mehr entrückt und auf den Standpunkt einer naturgemäßen Betrachtung gelangt. Wir haben ferner eine Periode erreicht, welche es nicht mehr duldet, daß die Resultate emsiger Beobachtung und Forschung dem engen Kreise strenger Wissenschaft aufbewahrt werden, sondern einen regen Eifer hervorgerufen hat, die Sprache der Natur Jedermann verständlich zu machen und zu verallgemeinern, wie es bereits in musterhafter Weise geschehen ist.

Es möchte daher fast gewagt erscheinen, wenn die schon so reichhaltige naturwissenschaftliche Literatur noch mit einem Werke beschenkt werden soll, welches, wie der Titel sagt, die „sieben Bücher der Naturwissenschaft" umfaßt. Dennoch aber dürfte sowohl den Jüngern der Naturwissenschaft, so wie überhaupt jedem weniger Eingeweihten, als auch denen, die sich einen genaueren Ueberblick über das ganze Weltall, die wunderbaren Erscheinungen, die Vorgänge in der Natur, die wichtigsten und interessantesten Wesen einen Ueberblick verschaffen wollen, nicht unwillkommen sein,

Sieben Bücher

der

Naturwissenschaft.

Für Gebildete aller Stände

und

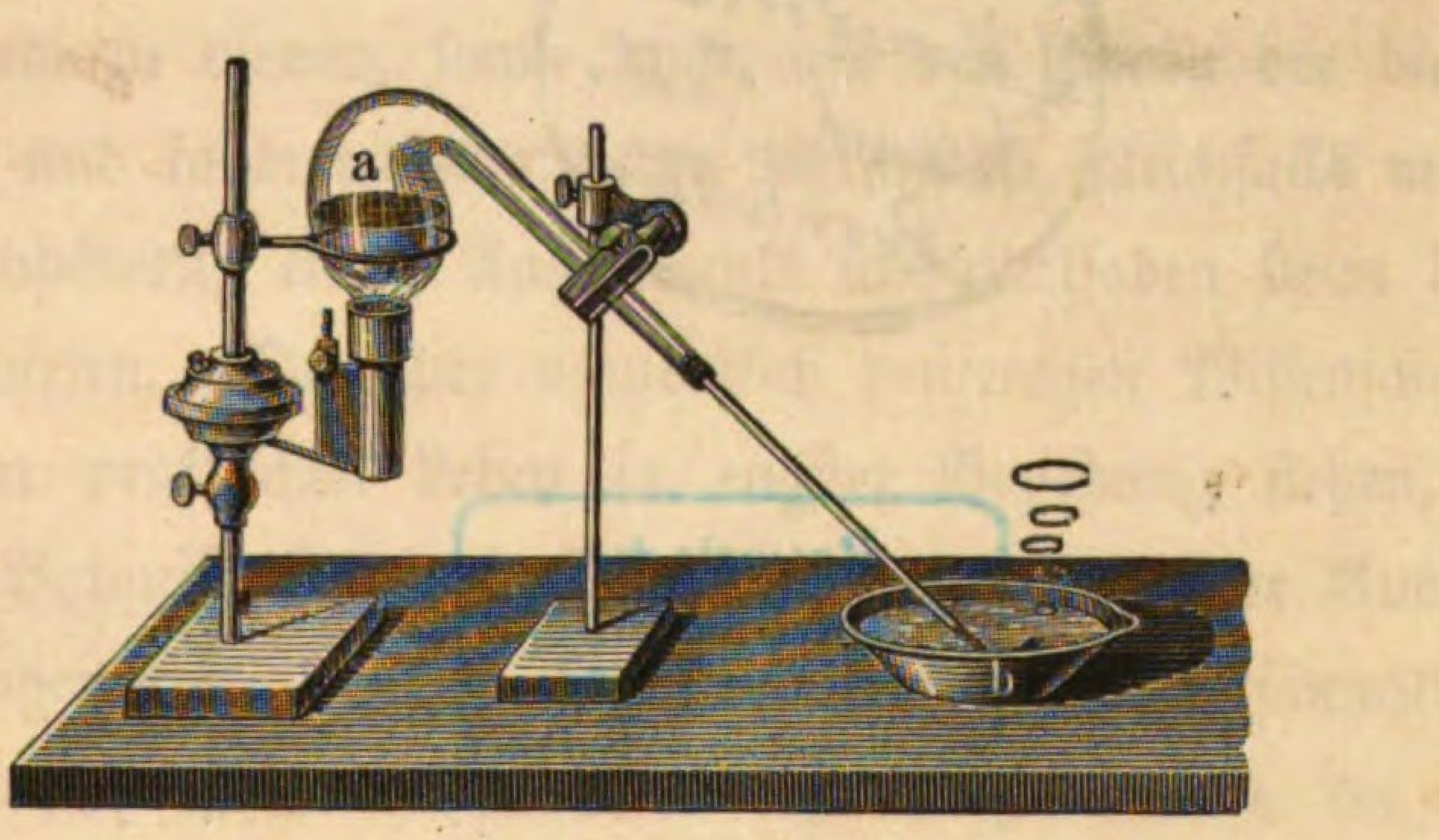
höhere Lehranstalten

von

Dr. Th. [eodor] **Gerding,**

Dirigent des Technicums (oder der technischen Lehranstalt) zu Göttingen.

Mit 180 in den Text gedruckten Holzschnitten und 6 Steindrucktafeln.



Hannover.

Carl Rümpler.

1862.

Vorwort.

Das vorliegende Werk, welches als der zweite oder specielle Theil der im Jahre 1858 in der Sauerländer'schen Verlagshandlung zu Frankfurt a. M. erschienenen „Rundschau in der Natur" zu betrachten ist, liefert einen Grundriß der Zoologie, Botanik, Mineralogie, Geognosie (und Petrefactenkunde), anorganischen und organischen Chemie, Physik und Astronomie. Jeder Grundriß der einzelnen Wissenschaften ist als ein besonderes Buch abgegrenzt — daher der Titel: „Sieben Bücher der Naturwissenschaft" — um für meine naturwissenschaftlichen Vorträge als Compendium zu dienen, sowie auch, um den Eleven der hiesigen technischen und landwirthschaftlichen Lehranstalt, gleichfalls meinen übrigen Zuhörern, einen Anhaltpunkt und Leitfaden beim Repetiren zu bieten. Da aber namentlich denjenigen Wissenschaften, welche zum praktischen Leben in engster Beziehung stehen, wie z. B. der Botanik, Mineralogie, Chemie eine besondere Ausführlichkeit eingeräumt worden ist, überhaupt in den sämmtlichen Compendien, so viel es Raum und Zweck gestatteten, der wichtigsten Thatsachen und Einzelheiten gedacht wurde, so glaube ich auch den Lehrern und Schülern anderer Bildungsanstalten, welche dem naturwissenschaftlichen Studium Zeit vergönnen, überhaupt allen Freunden der Naturwissenschaften, durch die Herausgabe der

vorliegenden Compendien genügt zu haben. Besonders möchte dieses aber noch deshalb der Fall sein, da die einzelnen Bücher nicht allein als Leitfaden beim Unterricht und Repetiren benutzt werden können, sondern die Grundzüge der Zoologie, Mineralogie, Botanik, Geognosie ꝛc. auch als Führer beim Bestimmen der Individuen, auf Excursionen, betrachtet werden dürfen. Mögen daher die sieben Bücher der Naturwissenschaft, welche hiermit dem Publicum überliefert werden, ihrem Zweck auch anderweitig entsprechen und freundliche Aufnahme finden! — Diejenigen aber, welche mit dem allgemeinen Theil der Naturwissenschaften sich zu beschäftigen beabsichtigen, können auf das oben genannte Werk verwiesen werden! —

Schließlich lasse ich nicht unerwähnt, daß bei der Bearbeitung dieses vorliegenden Werkes, z. B. für die Bücher der Zoologie, Botanik, Physik, Astronomie ꝛc. die anerkannten Werke und Systeme von Vogt, Troschel, Schmidt, Leunis, Koch, Decandolle, Leonhardt, Naumann, Cotta, Pouillet-Müller, Koppe, Littrow, Diesterweg ꝛc. gebührende Berücksichtigung fanden, und daß die am Schluß befindliche Sternkarte „Littrow's Wundern des Himmels“ entnommen wurde.

Göttingen im März 1862.

Der Verfasser.

Inhalt.

Einleitung.

Ueber das Studium der Naturwissenschaften im Allgemeinen.

Halten wir eine Rundschau in der Natur, so erblicken wir manche Körpergruppe, manche großartige Erscheinung, manches prächtige Naturbild, und wir werden oft so staunend gefesselt, daß wir von einer genaueren Betrachtung uns nicht losreißen können. Wir werden unwillkürlich hingezogen, uns die Geheimnisse der Natur zu enträthseln, wir werden nicht allein die Unterschiede der verschiedenen Körpergruppen studiren, sondern auch die weise Anordnung in den Organismen, die mächtigen Kräfte in der leblosen Natur bewundern; je tiefer wir eindringen, je mehr wir forschen, desto räthselhafter wird uns die Bildung und Zusammensetzung des großen Weltalls erscheinen. Wir werden fragen, wer der Urheber oder Schöpfer aller dieser mannigfaltigen Dinge sei, die sich unserem geistigen Auge offenbaren; denn nicht allein die Materie nebst ihren Eigenschaften wird den wahren Naturforscher beschäftigen, sondern er wird tiefer eindringen; es muß ihn ein geistiger Hauch beseelen, wenn seine Forschungen nicht nur kalte und nackte materielle Früchte tragen sollen; seine Aufgabe muß sein, die so sehr zusammengesetzte Natur in ihrer weisen, einfachen Anordnung zu erkennen; ja er muß Alles auf eine Einheit zurückzuführen suchen, und diese Einheit wird ihn unwillkürlich auf ein höheres unbegreifliches Wesen führen, welches als der Schöpfer und Lenker aller Körper und Körperkräfte, aller räthselhaften Naturerscheinungen zu betrachten ist.

Arbeitet hingegen der Naturforscher im großen Weltgebäude nur zum Zweck des materiellen Nutzens, ohne höhere Empfindungen, ohne von einem geistigen Hauch, der ihm ein Räthsel bleiben wird, durchdrungen zu sein, so ist er nur ein Tagelöhner und Handwerker in der Werkstatt des Herrn. Können wir auch ein gewisses Streben ihm nicht absprechen, so ist doch dieses nur ein rein materielles, und er ist dann ganz in der Gefahr, dem Materialismus anheimzufallen, während, wenn ihm bei seinen For-

schungen und Betrachtungen erhebende und erhabene Gefühle begeistern, er dem Idealismus sich nicht entfernen wird. Müssen wir uns auch immerhin sagen, trotz unseres Bestrebens, das Unerforschliche zu ergründen, trotz aller Resultate, die wir durch unsere Forschungen erzielt haben, daß wir nur Schubkärrner in der Erkenntniß der Natur bleiben werden, daß unser Wissen und Weissagen reines Stückwerk ist, so dürfen wir uns doch nicht abschrecken lassen, darnach zu trachten, dem Unerforschlichen näher zu kommen.

Hat die Erforschung der Natur die ideale Richtung, sucht sie in der weisen Anordnung des Zusammenhangs der Naturkräfte eine höhere Schöpfung zu erblicken, dann wird sie auch heilbringend für Jugend und Alter sein; ihre Resultate werden dem kindlichen Gemüthe anvertraut nur wohlthätig einwirken, die Ausbildung des menschlichen Geistes fördern, die moralischen Gefühle veredeln, zum tieferen Nachdenken anfachen und so den Scharfsinn und den Verstand des Menschen verfeinern, wie keine andere Wissenschaft.

Die Naturwissenschaft im höheren Sinne betrieben, wird also nur bildend ihren Einfluß auf den menschlichen Geist geltend machen, und wir können mit Recht schon das jugendliche Gemüth in die Elemente der erworbenen Naturkenntniß einführen; denn nur engherzige Seelen können befürchten, daß dadurch dem Materialismus Vorschub geleistet werde; ein unbefangener Geist hingegen wird sich gedrängt fühlen, die durch das Studium der Natur erkannten Thatsachen und Wirklichkeiten zu verbreiten; denn das Eindringen in den inneren Zusammenhang, die Lehre, wie wir diesen erkennen, wird uns mehr auf den richtigen Weg führen, als mancher todte Buchstabe, als mancher Wust von Worten, denen es an wirklichem Gehalt fehlt, die nur in grenzenloser Oberflächlichkeit an den Kindern der Natur vorüberstreifen, ohne einen tieferen Blick zu enthalten; darum sei es uns auch hier vergönnt, die wichtigsten Naturkörper und Naturerscheinungen in kurzer belehrender Weise hinsichtlich ihres speciellen Charakters zu verfolgen.

Ehe wir aber den speciellen Charakter der Naturkinder uns vorführen, mag ein Ueberblick uns mit der Bedeutung und der Begrenzung, d. h. mit dem Gebiete der einzelnen Wissenschaften genauer vertraut machen, wobei zugleich der angewandten Zweige gedacht werden soll.

Begriffsbestimmung der einzelnen Naturwissenschaften.

Die Kenntniß der Ausdrücke, welche für ein genaueres Verständniß den Eigenschaften der Naturkörper und den verschiedenen Arten der Natur-

erscheinungen beigelegt worden sind, hat eine besondere Kunstsprache nöthig gemacht, deren eine jede Wissenschaft sich bedient, und womit die eine Wissenschaft der andern oft zu Hülfe kommt.

Die drei Reiche der Naturkörper umfassen Thiere, Pflanzen und Mineralien, von denen die letzteren die leblosen, die beiden ersteren der belebten Welt angehören.

Die Wissenschaften, welche uns mit diesen Körpern vertraut machen, waren in den ältesten Zeiten wenig oder gar nicht entwickelt; denn die Völker des Alterthums begnügten sich damit, die Natur zu genießen und zu benutzen, um ihre Bedürfnisse zu befriedigen, ohne an eine tiefere Forschung zu denken.

Die Aegypter hatten, wie uns die Culturgeschichte lehrt, wohl manche Einrichtung getroffen, die uns Zeuge ist, daß sie mit der Natur in vertrauterem Verkehr standen; der innere Zusammenhang der Natur selbst jedoch, das Verständniß der naheliegenden Erklärung blieb ihnen verschlossen.

Die Griechen, von denen wir noch so manches geistige Product aufzuweisen haben, die bekanntlich auf einer so hohen Stufe standen, hatten es vorzugsweise mit den Wissenschaften des Geistes zu thun, aber nicht mit denen der Natur.

Bei den Römern konnte der Sinn für Wissenschaft unmöglich Wurzel fassen, da sie durch die gleichsam angeborene Eroberungssucht beständig in Kriege verwickelt waren. Das Reich der Natur aber blieb ihnen ganz und gar fremd; hat auch Plinius in seiner Naturgeschichte uns Manches über die damalige Kenntniß der Naturkörper berichtet, so war diese doch sehr dürftig und unvollkommen, wie denn das in diesem Werke Zusammengestellte meistens nur eine Uebertragung von den Griechen und andern Völkern ist. Später, nach dem Verfall des römischen Reichs, zur Zeit der Völkerwanderung, war an ein Aufkeimen der Künste und Wissenschaften gar nicht zu denken; nur in Arabien, welches durch die europäischen Kämpfe ungestört blieb, gab man sich den Betrachtungen der Natur hin, und es wurden dort manche werthvolle Kenntnisse gesammelt.

Endlich, als in Europa ruhige Zeiten eintraten, fingen auch hier Wissenschaft, Kunst und Gewerbe an aufzukeimen; auch das Studium der Natur begann sich einen Weg zu bahnen, wiewohl dieses vorzugsweise von den Aerzten gefördert wurde; denn denen lag es ja zu ihrem Zweck am nächsten. Jedes Jahr brachte neue Erfindungen und Entdeckungen zu Tage, und nicht allein beschäftigte man sich deshalb mit dem Studium der Natur, um Nutzen und Gewinn daraus zu ziehen, sondern man erkannte die Quelle der reinsten und schönsten Freuden darin,

so daß das Streben nach neuer Naturerkenntniß unaufhaltsam und ungehemmt weiter ging. Aber die Gegenwart und besonders das laufende Jahrhundert hat rastlos seine Blicke der Natur zugewendet, Wissenschaften geschaffen, neue Zweige derselben abgegrenzt, gesichtet, geordnet, so daß der Ueberblick, wenn auch noch Manches uns verschlossen ist, nun klarer und deutlicher wird. Das Eindringen in die Lebensverhältnisse der Thiere und Pflanzen, die Erforschung des inneren Zusammenhangs der Gebirgsmassen und einzelner Mineral-Individuen hat die Kenntniß von den Naturkörpern und mithin auch die betreffenden Wissenschaften vervollkommnet und sogar zum Theil umgestaltet. Demnach können wir nur die Naturkörper studiren, wenn wir außer den Hauptwissenschaften noch viele Hülfswissenschaften berücksichtigen.

Haben wir nun zunächst die Naturkörper im Auge, so ist es die Thierkunde oder Zoologie, welche die Naturgeschichte der Thiere zum Gegenstand hat; sie lehrt uns Körper kennen, welche sich selbst ernähren und wieder erzeugen, Empfindungsvermögen besitzen, auf höheren Stufen der freiwilligen Bewegung fähig sind und im ursprünglichen Zustande ihres Daseins schon eine bestimmte ausgeprägte Form des künftigen vollkommenen Wesens haben.

Der Thierkunde verwandt ist die Pflanzenkunde oder Botanik, da diese Wissenschaft uns ebenfalls mit Körpern bekannt macht, welche sich selbst ernähren und wieder erzeugen und auch, ebenso wie jene, mit Organen, zu gewissen Lebensverrichtungen, versehen sind. Der Unterschied zwischen den Gegenständen der Botanik und denen der Zoologie ist der, daß jene ersteren des Empfindungsvermögens und der willkürlichen Bewegung ermangeln; sowie, daß denselben im ursprünglichen Zustande ihres Daseins eine nicht so bestimmt ausgeprägte Form des künftigen vollkommenen Wesens eigenthümlich ist. — Zoologie und Botanik sind also die beiden Wissenschaften der beiden organischen Reiche.

Die einzelnen Gegenstände der unbelebten Natur, die Körper, welche der Organe ermangeln, nicht von Innen nach Außen, sondern von Außen nach Innen wachsen und ein unbegrenztes Dasein haben, lehrt uns die Mineralogie kennen.

Diese drei Wissenschaften können wir demnach als die Wissenschaften der Gegenstände bezeichnen, während die Ereignisse, welche im Weltall vor sich gehen, die Erscheinungen in der Atmosphäre und am Horizonte, die verschiedenen Processe in der Körperwelt u. s. w. durch andere Wissenschaften, nämlich die Wissenschaften der Erscheinungen gelehrt werden, und zwar sind diese die Physiologie, Physik und Chemie, welche außer verschiedenen Unterabtheilungen jenen erstgenannten zu Hülfe kommen,

um uns über das herrliche Weltall, nach dem jetzigen Standpunkte der Wissenschaft, zu belehren.

Die Physiologie macht uns mit den Erscheinungen vertraut, welche durch Verrichtung der Organe hervorgerufen, an belebten Körpern vor sich gehen; sie ist also die Lehre von der Lebensgeschichte der Thiere und Pflanzen, von den Lebensverrichtungen der Organe.

Die Physik umfaßt die Kenntniß und Erklärung der Naturerscheinungen, bei denen keine Veränderung der Körper selbst vor sich geht; wir können sie also als die Lehre von den äußeren Naturerscheinungen bezeichnen, weil die innere Natur ohne Veränderung bleibt.

Die Chemie, eine mit der vorigen eng verwandte Wissenschaft, lehrt uns die Vorgänge in den Naturkörpern kennen; sie kann als die Lehre von der Wechselwirkung ungleichartiger Körper auf einander betrachtet werden; nur dann, wenn zwei oder mehrere ungleichartige Körper so auf einander einwirken, daß ein ganz neuer entsteht, dessen Eigenschaften von denen seiner Bestandtheile verschieden sind, kann von einer chemischen Erscheinung die Rede sein. Schwefel und Eisen zusammengeschmolzen, liefern einen ganz neuen Körper, das sogenannte Schwefeleisen, dessen Eigenschaften von denen der Bestandtheile wesentlich abweichen. Schwefel und Quecksilber eine Zeitlang mit einander zusammengerieben, liefern Schwefelquecksilber, ebenfalls einen von beiden Bestandtheilen verschiedenen Körper. Weingeist und Schwefelsäure in einem Destillationsapparate erhitzt, liefern Aether (Naphtha), eine sich leicht verflüchtigende, wasserhelle Flüssigkeit, welche sich ebenfalls von den zur Darstellung derselben benutzten Ingredienzen wesentlich unterscheidet. Solche Beispiele führen uns also chemische Prozesse vor, deren Lehre und Kenntniß von der Art und Weise des Vorganges in den Bereich der Chemie gehört. — Die Physiologie, Physik und Chemie würden dann, wie sich aus dem Gesagten ergiebt, als die Wissenschaften der Erscheinungen bezeichnet werden können.

Mit der Physik ist die Astronomie, oder die Lehre von den Erscheinungen am gestirnten Himmel, von der Stellung und dem Laufe der Körper der Sternenwelt, eng verwandt.

Die Physiologie bezieht sich, wie erwähnt, auf beide organische Reiche, und ihr kommt wieder eine andere Wissenschaft, die Anatomie, oder die Lehre von der Zergliederung der organischen Körper, zu Hülfe.

Die Mineralogie, in weiterem Sinne, zerfällt wieder in verschiedene Lehren, in die Mineralogie in engerem Sinne, oder Oryktognosie, oder die Lehre von den Mineral-Individuen oder Einzelwesen der leblosen Welt, in die Geognosie, oder die Lehre von den die Erdkruste zusammensetzenden

Steinmassen, d. h. Gesteinlehre; die Geologie oder die Lehre von der Entstehung der Gesteinarten. Ferner reiht sich diesen verschiedenen Disciplinen noch die Petrefactenkunde oder die Lehre von den Versteinerungen der organischen Körper an, so daß wir bei weiterer Verfolgung sehen werden, daß jenen zuerst genannten sechs Wissenschaften noch eine Reihe von Disciplinen, theils als Unterabtheilungen, theils als Hülfswissenschaften hinzuzufügen ist.

I. Zoologie. Die Zoologie (τὸ ζῶον, das Thier und ὁ λόγος, die Kunde, Lehre; also Thierkunde) läßt sich je nach den verschiedenen Gesichtspunkten, unter denen man die Thiere betrachtet, auch in verschiedene Wissenschaften oder vielmehr in verschiedene Zweige abtheilen. Der Hauptsache nach zerfällt sie aber in die theoretische oder reine Zoologie und in die praktische oder angewandte Zoologie.

Die theoretische Zoologie oder reine Thierkunde lehrt uns die einzelnen animalischen Naturkörper, ihre ganze Individualität und Lebenserscheinungen, ohne Rücksicht auf Nutzen und Schaden des ganzen Wesens oder der einzelnen Theile desselben, kennen.

Sie läßt sich wieder in zwei Zweige spalten, nämlich in die Zoognosie und Zoonomie.

Die Zoognosie (ζῶον, Thier und ἡ γνῶσις, die Kenntniß) beschäftigt sich hauptsächlich mit den äußeren Eigenschaften und Merkmalen, sowie mit den Verhältnissen der Thiere; sie ist also die eigentliche Naturgeschichte. Die einzelnen Doctrinen derselben sind die Zoomorphologie (und Terminologie), Zoographie, Zootaxonomie, Zoogeographie, Zoogeologie.

Die Zoomorphologie (τὸ ζῶον, das Thier und ἡ μορφή, die Gestalt und ὁ λόγος, die Lehre) Gestaltlehre, beschäftigt sich mit der verschiedenen Gestalt und Bildung der Thierorgane.

Die Terminologie (von terminus, Kunstausdruck und ὁ λόγος, Lehre) ist die Lehre von den Kunstausdrücken, welche bei der Thierbeschreibung vorkommen, also die zoologische Kunstsprache. — Diese Lehre fällt größtentheils mit der Morphologie zusammen.

Die Zoographie (ζῶον Thier, γράφειν beschreiben) oder Thierbeschreibung, beschreibt die Thiere mit Hülfe der eingeführten Kunstausdrücke. Die Zootaxonomie (ζῶον Thier, τάξις Ordnung und νόμος Gesetz), zoologische Systemkunde, lehrt die animalischen Naturkörper nach äußerer Aehnlichkeit und nach ihrem inneren Bau klassificiren.

Die Zoogeographie (ζῶον Thier, ἡ γῆ Erde und γράφειν beschreiben), Thiergeographie, lehrt die Verbreitung der Thiere über die Erde kennen.

Die Zoogeologie (ζῶον Thier, γῆ Erde und λόγος Lehre, Naturgeschichte der vorweltlichen Thiere, beschäftigt sich mit den vorweltlichen,

versteinerten Thieren und bildet daher eine Unterabtheilung der Paläontologie (παλαιός, ehemals, τὸ παλαιόν, vor Alters, und ὁ λόγος).

Die Zoonomie (ζῶον Thier, νόμος Gesetz, also Gesetzkunde des thierischen Lebens), oder die zweite Unterabtheilung der theoretischen Zoologie, erklärt uns den inneren Bau der animalischen Naturkörper und die verschiedenen Lebenserscheinungen. Diese Unterabtheilung umfaßt die Zootomie, Zoochemie (und Zoophysik) und Zoophysiologie.

Die Zootomie (von ζῶον Thier, ἡ τομή, der Schnitt) oder Anatomie (von ἀνατέμνειν, zerschneiden, zergliedern) Thierzergliederung, bildet die Grundlage der ganzen Zoologie und lehrt uns den innern Bau der Thiere kennen.

1. Organographie (τὸ ὄργανον, das Werkzeug und γράφειν beschreiben) beschäftigt sich mit den Organen oder Lebenswerkzeugen, d. h. mit der Zusammensetzung des inneren Baues der Thiere aus Elementarorganen.
2. Histologie (ὁ ἱστός, das Gewebe und ὁ λόγος) lehrt die Elementar-Gewebe kennen.

Die Zoochemie (von τὸ ζῶον und dem Worte Chemie*), Thierchemie, beschäftigt sich mit den chemischen Prozessen, welche im Thierkörper vor sich gehen, und ermittelt die chemischen Bestandtheile, aus denen derselbe zusammengesetzt ist; sie erforscht z. B. die chemischen Vorgänge beim Athmen, bei der Ernährung; ferner die chemischen Bestandtheile des Blutes, der Galle, des Harns ꝛc., sowie die quantitativen Verhältnisse, in denen die näheren Bestandtheile, wie z. B. Eiweiß, Faserstoff ꝛc., zusammengesetzt sind. Zoophysik (von dem schon oft angeführten griechischen Worte für Thier und ἡ φυσική oder τὸ φυσικόν, die Erforschung des Wesens der Dinge und der Natur) lehrt die physikalischen Eigenschaften der Thierstoffe.

Die Zoophysiologie (τὸ ζῶον, das Thier, ἡ φύσις, die Natur und ὁ λόγος, die Lehre) umfaßt die Lehre von den Verrichtungen der Organe zur Ernährung, Zeugung, Bewegung, Empfindung ꝛc.

Die praktische oder angewandte Zoologie behandelt die Anwendung der Thierkörper oder Thierstoffe im menschlichen Leben, und je nach der verschiedenen Benutzung zu dem einen oder andern Zwecke, je nach den verschiedenen Beziehungen lassen sich auch wieder verschiedene Abtheilungen machen, z. B. medicinische oder pharmaceutische Zoologie oder Zoopharmakologie und Zoopharmakognosie. Beide Doctrinen lehren die in der Heilkunde angewandten Thierstoffe kennen. Die erstere, Zoo-Pharmakologie (von τὸ φάρμακον, das Heilmittel und λόγος Lehre) lehrt die Wirkungen der Arzeneimittel auf den thierischen Organis-

*) Das Wort Chemie stammt aller Wahrscheinlichkeit nach aus dem Koptischen von cham, chemi, das schwarze Land, her. (Siehe übrigens die Ableitung des Wortes weiter unten.)

mus kennen, und heißt daher bezeichnender eigentlich Pharmakodynamik (von ἡ δύναμις, die Macht, Kraft, δυναμικός mächtig), Zoo-Pharmakognosie (von τὸ φάρμακον und γνῶσις Kenntniß) oder pharmaceutische Zoologie, lehrt die äußeren und inneren Kennzeichen der in der Heilkunde angewandten Thierstoffe kennen, ist also die Rohwaarenkunde der thierischen Arzeneistoffe. Ein besonderer Zweig dieser beiden Doctrinen ist die Zoo-Toxikologie oder zoologische Toxikologie (τοξικόν Gift), die Lehre von den giftigen Thieren.

Oekonomische Zoologie (οἶκος Haus, οἰκονομία Hauswirthschaft) umfaßt die Lehre von den Hausthieren. Hier ließe sich noch die technologische Zoologie einreihen, welche sich mit den Thierstoffen und Thieren beschäftigt, die zu einer technischen Verwendung im praktischen Leben dienen.

Forst-Zoologie lehrt einmal die Jagdthiere, zweitens aber auch die dem Forste nützlichen und schädlichen Thiere, besonders die betreffenden Insekten kennen.

Endlich ließe sich auch noch eine ästhetische Zoologie, welche den Einfluß der Thierwelt auf die Kunstdarstellungen des Menschen untersucht, hinzufügen, und so könnte man für jede besondere Anwendung eine besondere Lehre schaffen, welches jedoch schließlich zu gesucht sein würde.

Die allgemeine Zoologie beschäftigt sich mit den Thieren überhaupt, die specielle Zoologie handelt von den einzelnen Thieren und deren Bedeutung; wie ja eine jede Wissenschaft einen allgemeinen und einen speciellen Theil hat.

II. Botanik, (von ἡ βοτάνη, Gras, Kraut, Pflanze; βοτανικός botanisch, ἡ βοτανική (τέχνη) Kräuterkunde.

Die theoretische oder reine Botanik, welche die Pflanzen ohne irgend eine Beziehung zum materiellen Leben betrachtet, zerfällt in Phytognosie (τὸ φυτόν, die Pflanze und ἡ γνῶσις, die Kenntniß) oder die Lehre von den äußeren Eigenschaften und Verhältnissen (also der beschreibende Theil der Pflanzenkunde oder die beschreibende Botanik).

Die Phytognosie oder beschreibende Botanik umfaßt als einzelne Doctrinen die botanische Morphologie oder Gestaltlehre, welcher sich die Terminologie oder Lehre von den Kunstausdrücken anschließt; die Taxonomie oder botanische Systemkunde, die Phytogeographie oder Pflanzen-Geographie und die Phytogeologie oder Paläontologie des Pflanzenreichs.

Die Morphologie (von ἡ μορφή Gestalt) betrachtet die verschiedenen äußeren Pflanzentheile (Wurzel-, Stengel-, Blätter- und Blüthenorgane). Mit ihr fällt die Terminologie oder Lehre von den Kunstausdrücken, d. h. den Bezeichnungen für die verschiedenen Arten von Blättern, Samen, Blüthen ꝛc. zusammen.

Die Taxonomie (von ἡ τάξις, die Ordnung und ὁ νόμος) lehrt uns die wissenschaftliche Benennung und Anordnung der bis jetzt bekannten Pflanzen kennen.

Die Phytogeographie (von τὸ φυτόν, die Pflanze, γῆ Erde und γράφειν beschreiben) behandelt die Verbreitung der Pflanzen über die Erde.

Die Phytogeologie (von τὸ φυτόν, γῆ und λόγος), Pflanzen-Geologie oder Paläontologie (von παλαιός, ehemals, τὸ παλαιόν, vor Alters), beschäftigt sich mit den vorweltlichen Pflanzen, den Versteinerungen 2c.

Die Phytonomie (von φυτόν und νόμος, Gesetz), Gesetzkunde des pflänzlichen Lebens oder Naturlehre der Pflanzen, erkennt als die zweite Unterabtheilung der reinen Botanik den inneren Bau und die Lebenserscheinungen der Pflanzen. Sie umfaßt die Phytotomie, Phytochemie und Phytophysiologie.

Die Phytotomie (von φυτόν und τέμνειν) Pflanzen-Anatomie, Pflanzenzergliederung, beschäftigt sich mit dem inneren Bau der Pflanzen, dem Bau der Pflanzenorgane (Organographie). Sie lehrt die Zusammensetzung aus den miskroskopisch kleinen, einfachsten oder sogenannten Elementarorganen.

Die Phytochemie (von φυτόν und Chemie) lehrt uns die näheren und entfernteren chemischen Bestandtheile, sowie das quantitative Verhältniß, in welchem diese verbunden sind, kennen. Sie erklärt ferner den Chemismus der Vegetation, d. h. die chemischen Vorgänge beim Lebensprozeß.

Die Phytophysiologie ist die Lehre von den Verrichtungen der Organe (Absorption der Nahrungsmittel, Befruchtung, Fortpflanzung 2c.)

Die praktische oder angewandte Botanik behandelt die Anwendung der Pflanzen im gewöhnlichen Leben. Demnach unterscheidet man, je nach den verschiedenen Zwecken, zu denen die Pflanzen benutzt werden, ökonomische oder landwirthschaftliche Botanik, Garten-Botanik (Horticultur-Botanik), insofern dieselbe sich mit Pflanzen beschäftigt, welche für die Landwirthschaft Nutzen oder Schaden bringen oder den Gemüsebau betreffen; eine Forst-Botanik, welche die nützlichen Holzpflanzen, sowie die den Forsten schädlichen Pflanzen behandelt.

Medicinische Botanik oder pharmakologische Botanik (botanische Pharmakologie; siehe oben), welche sich mit den Pflanzen beschäftigt, die in der Heilkunde benutzt werden. Sie zerfällt in eigentliche botanische Pharmakologie, welche sich mit der Wirkung der pflanzlichen Arzeneistoffe beschäftigt, und in die Pharmakognosie (φάρμακον Arzeneimittel und γνῶσις Kenntniß), die Kenntniß oder Beschreibung der arzeneilich wichtigen Stoffe. Die toxikologische Botanik lehrt ferner die Giftpflanzen, technische Botanik die in den Künsten und Gewerben angewandten Pflanzen kennen. — Aesthetische Botanik behandelt die Zierpflanzen.

Wir haben auch hier wieder, wie bei der Zoologie, eine allgemeine und specielle Botanik zu unterscheiden, und es mag, da die Wissenschaften beider organischen Reiche in der Bedeutung und im Zweck der einzelnen Doctrinen so Vieles mit einander gemein haben, zusammengefaßt werden, welche Zweige dem allgemeinen Theil und welche dem speciellen angehören.

Der allgemeine Theil ist, so weit es gestattet war, in der (1858) vom Verfasser herausgegebenen „Rundschau in der Natur“ behandelt worden, und es wird sehr leicht einleuchten, daß derselbe die allgemeine Gestaltlehre und Terminologie, Anatomie und Physiologie umfaßt. Diesen schließt sich die allgemeine Systemkunde, d. h. die Lehre von der Anordnung der Pflanzen-Familien an, während die Lehre von der Beschreibung der Gattungen und Arten in die specielle Zoologie und Botanik gehört.

Die Pflanzengeographie und Zoogeographie gehören auch mehr dem allgemeinen Theile an, als dem speciellen. Dagegen ist die Beschreibung der Einzelwesen, d. h. der einzelnen Thiere und Pflanzen, Gegenstand des speciellen Theils. Dahin gehört dann auch die Beschreibung der vorweltlichen Wesen.

Das über die Eintheilung der beiden besprochenen Disciplinen Gesagte liefert uns den Beweis, daß die Verwandtschaft der beiden organischen Reiche, wie wir sie im Allgemeinen aufgestellt haben, wohl erkannt ist, denn, im Ganzen genommen, haben ja beide Wissenschaften, die Botanik und Zoologie, wenn wir von den Krankheitszuständen absehen, dieselben Doctrinen, oder vielmehr diese Doctrinen verfolgen dieselben Zwecke; denn wir haben eine Anatomie oder Zergliederung der Organe in der Zoologie und eine solche als Unterabtheilung in der Botanik; wir haben eine Physiologie oder Lehre von den Lebenserscheinungen in beiden Hauptwissenschaften, ebenso eine Systemkunde, eine Gestaltlehre oder Morphologie rc.

Wir wenden uns nun zu der mehr abweichenden Wissenschaft, nämlich zu der Lehre von den leblosen Körpern, zu der Mineralogie.

III. Mineralogie. Die Mineralogie, in weiterem Sinne des Worts, ist die Lehre von den nicht belebten oder unorganischen Körpern, welche unsere Erdrinde zusammensetzen, von Körpern, welche gleichartige Massen bilden, aber aus ungleichartigen Bestandtheilen zusammengesetzt sind.

Das Wort selbst ist theils aus dem Französischen, theils aus dem Griechischen hergenommen (von minerai, Erz und ὁ λόγος, die Lehre). Also wörtlich bedeutet es Erzlehre, oder die Lehre von den Fossilien.

Die Mineralogie, in weiterem Sinne, umfaßt verschiedene Disciplinen und zerfällt ebenfalls, wie die Botanik und Zoologie, in eine theoretische Mineralogie und eine angewandte.

Die verschiedenen Disciplinen sind folgende:

1) Mineralogie, in engerem Sinne, oder Oryktognosie (von ὀρυκτός, gegraben und ἡ γνῶσις, die Kenntniß) ist die Lehre von den äußerlich gleichartigen, in gewissen Verhältnissen chemisch verschieden zusammengesetzten, oder auch innerlich einfachen Einzelwesen der unorganischen, nicht belebten Welt.

2) Geognosie (v. ἡ γῆ oder γῆα, die Erde und ἡ γνῶσις, die Kenntniß) oder die Lehre von den als Felsgebilde in größeren Partien oder Gebirgsmassen verbreiteten Fossilien, den Gesteinen, Felsarten; sie ist also eine Gebirgskunde oder Felsarten-Kunde, der man auch die Benennung Orognosie (von τὸ ὄρος, das Gebirge und ἡ γνῶσις, die Kenntniß) beilegen kann.

Zur Erläuterung dieser beiden Disciplinen der Mineralogie in weiterem Sinne mag noch Folgendes dienen.

Ein Mineral, wie z. B. das Steinsalz, der Quarz u. s. w., kann als krystallisirter, äußerlich einfacher Körper Gegenstand der Oryktognosie, und als massig auftretendes, weiter verbreitetes Gestein zugleich Gegenstand der Geognosie werden. Insofern aber die Oryktognosie die Eigenschaften der einzelnen Mineralien kennen lehrt, muß sie der Geognosie voran gehen, und kann sogleich ohne letztere, diese aber nicht ohne jene bestehen.

3) Die Geologie (von ἡ γῆ, die Erde und ὁ λόγος, die Lehre) ist die Lehre von der muthmaßlichen Entstehung der Gebirgsschichten und den in verschiedenen Zeiträumen namentlich durch Feuer und Wasser erlittenen Veränderungen der Erdoberfläche. Sie stützt sich theils auf die Ergebnisse, welche aus einer gründlichen Erforschung der oryktognostischen und geognostischen Verhältnisse der Mineralien und Gebirgsarten hervorgehen, theils auf die Lehre von den organischen Ueberresten der vorweltlichen Schöpfung.

Diese letztere Hülfswissenschaft der Geologie, welche gleichzeitig, wie wir wissen, eine Unterabtheilung der Botanik und Zoologie ausmacht, ist die Petrefactenkunde (von ἡ πέτρα oder petra, der Stein, oder πετραῖος steinig, und facere machen, oder facta gemacht) oder Paläontologie (von παλαιός alt, veraltet, oder τὸ παλαιόν, vor Alters, sonst, und ὁ λόγος, die Lehre) oder Versteinerungskunde, d. h. die Lehre von den vorweltlichen, versteinerten organischen Ueberresten.

Die Minerographie oder Oryktogeographie (von ὀρυκτός gegraben, ἡ γῆ, die Erde und γράφειν schreiben oder beschreiben), oder auch mineralogische Geographie, umfaßt die Lehre von der Verbreitung der einzelnen Mineralien und Gebirgsarten auf der Erdoberfläche.

Die angewandte Mineralogie behandelt die verschiedene Nutzanwendung der Mineralien und Gesteinarten, so z. B. Edelsteinkunde, Berg-

baukunde, Halurgie oder die Lehre von dem Salz- und Soolenbetriebe, die Metallurgie oder die Lehre von dem Ausbringen und Zugutemachen der Metalle, Agronomie (von ὁ ἀγρός, der Acker und ὁ νόμος, die Kunde, das Gesetz) oder die Erd- und Bodenkunde und so fort.

Der allgemeine Theil der Mineralogie behandelt die allgemeinen physikalischen und chemischen Eigenschaften, die Bestandtheile, die allgemeinen Grundsätze für eine wissenschaftliche Anordnung und die Verbreitung der Mineralfamilien.

Der specielle Theil, welcher die Charakteristik der Mineral-Einzelwesen umfaßt, bildet den Gegenstand unserer Betrachtungen.

Wir gelangen nun zu den Wissenschaften der Erscheinungen. Die Physiologie (ἡ φύσις, die Natur und ὁ λόγος, die Lehre) oder die Lehre von den Lebensverrichtungen der Organe, macht, wie wir wissen, eine Unterabtheilung der Zoologie und Botanik aus. Ihr Gebäude ist aber in neuerer Zeit so groß und umfassend geworden, daß sie fast als abgegrenzte Wissenschaft betrachtet werden kann. Sie beschäftigt sich mit den organischen Thätigkeiten, mit den im Organismus vor sich gehenden Lebenserscheinungen, z. B. mit dem Ernährungsprozeß, Athmungsprozeß, den Wachsthumserscheinungen, von der Keimung an bis zur vollkommensten Entwicklung; mit den Bewegungserscheinungen, mit den Wärme- und Elektricitätsverhältnissen, mit den Functionen der Sinnesorgane, mit der Fortpflanzung und Befruchtung.

IV. Physik (ἡ φυσικὴ die Erforschung der Natur) ist die Lehre von den äußeren Naturerscheinungen, bei denen die Körper selbst keine Veränderung erleiden. Sie umfaßt in weiterem Sinne sowohl die oben bezeichneten Erscheinungen, welche wir an Thieren, Pflanzen und Mineralkörpern durch unsere Sinne wahrnehmen, als auch die äußeren Erscheinungen in der Gesammtwelt, mithin sowohl an der Erde und deren Inhalt, als auch in der Atmosphäre und am gestirnten Himmel. Demnach zerfällt die Physik in weiterem Sinne in die eigentliche Physik, in die Meteorologie und in die Astronomie. Spielen bei der Meteorologie auch die chemischen Erscheinungen eine gewisse Rolle, so sind doch die physikalischen vorwaltend, und daher können wir mit Fug und Recht die beiden letzteren Wissenschaften der Physik in weiterem Sinne einverleiben.

1) Physik in engerem Sinne des Worts, lehrt uns die äußeren Eigenschaften der Körper und die Erscheinungen derselben, ohne daß die innere Natur dabei verändert wird. Sie beschäftigt sich mit den Wirkungen, welche die Körper auf äußere Entfernungen hin ausüben; ja man könnte, wenn man tiefer gehen will, die eigentliche Physik als die Lehre von den Bewegungen bezeichnen. Sie macht uns mit Erscheinungen bekannt, welche die räumlichen Verhältnisse der Körper betreffen und,

im Gegensatz zu den chemischen, mechanische Erscheinungen genannt werden. Sie umfaßt außer den allgemeinen Eigenschaften der Körper, wie Theilbarkeit, Porosität, Zusammendrückbarkeit, Elasticität, Ausdehnbarkeit, die Lehre vom Gleichgewicht und von der Bewegung der Körper, von den Gesetzen der Schwere und des Falles der Körper, von den Pendelschwingungen, von den Bedingungen des Gleichgewichts tropfbarer Flüssigkeiten, vom Druck der Luft, von den Bewegungsgesetzen der Flüssigkeiten, von den ätherischen Stoffen, nämlich: von den Wärme-Erscheinungen, vom Licht, von der Elektricität und vom Magnetismus 2c.

Wir werden sehen, wenn wir später diese angeführten Lehren specieller beleuchten, daß der gegebene Begriff von den Bewegungs-Erscheinungen sich im Ganzen rechtfertigt; wenn es auch immerhin schwierig ist, eine streng abgegrenzte Definition der Physik zu geben, so läßt sie sich doch in den mechanischen Theil in engerem Sinne — Mechanik — und in die Lehre der ätherischen Stoffe zerspalten. Der mechanische Theil umfaßt die Statik und Dynamik. Die erstere Disciplin beschäftigt sich mit den Bedingungen des Gleichgewichts der Körper, die zweite Disciplin mit den Bewegungsgesetzen; die Lehre von den ätherischen Stoffen umfaßt elektrische und Wärme-Erscheinungen, die Optik oder Lehre vom Lichte, die Lehre vom Magnetismus und Elektromagnetismus.

Die angewandte Physik (namentlich die Statik und Dynamik) macht sich in Künsten und Gewerben im ausgedehntesten Maße geltend.

2) Meteorologie (von μετέωρος, in der Luft schwebend, oder τὰ μετέωρα, der obere Luftkreis, nebst seinen Erscheinungen und ὁ λόγος) ist die Lehre von den Erscheinungen in der atmosphärischen Luft oder die Lehre von den Atmosphärilien. Sie beschäftigt sich mit den gasförmigen, wässerigen und elektrischen Lufterscheinungen; die Erklärung derselben fällt größten Theils in das Gebiet der Physik, aber die Chemie muß häufig zu Hülfe kommen.

3) Die Astronomie (τὸ ἄστρον, das Gestirn und ὁ νόμος, die Kunde, das Gesetz; — ἡ ἀστρονομία, die Sternkunde) ist die Lehre von den Gesetzen, nach welchen sich die Gestirne am sichtbaren Horizonte bewegen und eine bestimmte Stellung einnehmen. Die Eigenschaften dieser Sternkörper, wie sie sich dem unbewaffneten oder bewaffneten Auge darbieten, zu studiren, gehört ebenfalls in den Bereich der Astronomie, aber da sie rein physikalischer Natur sind und die Astronomie, der Hauptsache nach, von den Bewegungs-Erscheinungen der Körper handelt, so ist sie mit der Physik genau verwandt und konnte hier als eine Unterabtheilung der Physik in weiterem Sinne aufgeführt werden..

V. Chemie. Das Wort, womit wir hier eine jetzt schon umfassende und zu einem großen Gebäude ausgedehnte Wissenschaft bezeichnen, kommt,

historischen Berichten zufolge, aller Wahrscheinlichkeit nach aus dem Koptischen her. Nach Plutarch nannten die Aegypter ihr Land, wegen des schwarzen Erdreichs, χημία, Chemia, eigentlich Cham, Chemi. Ebenso bezeichneten sie das Schwarze im Auge mit dem Worte „cham (schwarz)". Man vermuthet nämlich, daß diese damals geheimnißvolle Wissenschaft, welche von der Zersetzung und Umwandlung der Körpertheile handelt, zuerst in Aegypten Fuß gefaßt hat, daß dort die ersten Keime derselben sich zeigten, der erste Versuch zur Sammlung chemischer Thatsachen gemacht wurde und so von den Aegyptern dieser Wissenschaft der Name des Landes oder des schwarzen Erdreichs beigelegt worden ist. Früher hielt man dafür, daß das Wort „Chemie" mit dem Worte Alchemie zusammenhängend arabischer Abstammung sei, eine Meinung, die dadurch sehr gefördert wurde, daß das erste Werk über Chemie von einem Araber verfaßt ist. Jedoch werden namentlich durch griechische Schriftsteller (z. B. Zosimos 400 n. Chr. Geb.) Beweise geliefert, daß die Worte χημεία, χημία älter sind, als das Wort Alchemie, dessen Bildung aus jenem und dem arabischen Artikel „Al" entstanden sein soll; ja sogar noch früher findet man bei dem römischen Schriftsteller Firmicus (350 n. Chr. Geb.) schon die Worte scientia chemiae. Rücksichtlich einer andern Ableitung, welche sich auf die chemischen Operationen bezieht, muß bemerkt werden, daß Manche das Wort Chemie von χέω, ich schmelze, oder von χυμός, Saft, herleiten. Jedoch möchte diese Ableitung als etwas gesucht hingestellt werden können; jedenfalls ist sie später entstanden, als jene Worte, die wir oben bezeichnet haben, schon im Gebrauch waren.

Die Chemie, nach unserem heutigen Begriff, ist die Lehre von der durch gewisse Kräfte bedingten Wechselwirkung ungleichartiger Körper aufeinander, während sie ehemals nur eine Scheidekunst war; sie macht uns, da wir sämmtliche Körper aus bestimmten, unzerlegbaren Grundstoffen oder Elementen bestehend annehmen, mit der Natur dieser Stoffe und den aus ihnen gebildeten Verbindungen bekannt. Sie lehrt uns aber auf der andern Seite auch die auf Erfahrung gegründeten Regeln und Gesetze kennen, nach denen wir in den Stand gesetzt werden, Verbindungen auf künstlichem Wege hervorzurufen, und demnach haben wir eine synthetische und analytische Chemie (Synthesis, Zusammensetzung, und Analysis, Zerlegung) zu unterscheiden. Je nachdem die Chemie sich in der eben bezeichneten Weise mit unorganischen oder organischen Körpern beschäftigt, unterscheidet man unorganische und organische Chemie. Die erstere Disciplin beschäftigt sich mit den Mineralkörpern und durch deren Zersetzung entstandenen Verbindungen, die andere mit der organischen Welt und den durch Zersetzung, so wie durch den Lebensprozeß der organischen Körper hervorgerufenen Verbindungen. Insofern sie nun diese Thierkörper

zum Gegenstande hat, bezeichnet man sie als Thierchemie oder Zoochemie; erstreckt sie sich auf Pflanzenkörper, so bezeichnet man sie als Pflanzen- oder Phytochemie. Diese beiden Doctrinen machen, wie wir wissen, eine Unterabtheilung der Botanik und Zoologie aus. Eine weitere Unterscheidung von Abtheilungen der Chemie ist überflüssig, denn man spricht kaum noch von einer pneumatischen Chemie *), Pyrochemie **) u. s. .w.

Es giebt nur eine Chemie, welche allen Naturwissenschaften, außer der Astronomie, zur Hülfe kommt und nothwendig ist, um die verschiedenen Eigenschaften der Körper und Erscheinungen zu erklären. Je nach der verschiedenen Anwendung im praktischen Leben, lassen sich auch verschiedene Zweige einer angewandten Chemie unterscheiden.

Diese angewandte Chemie umfaßt die verschiedenen Beziehungen, in denen die Chemie zum praktischen Leben steht, und es lassen sich der Haupsache nach folgende Zweige aufführen:

a. technische Chemie oder die Anwendung der Chemie auf Technik und Industrie, oder auf Künste und Gewerbe;

b. pharmaceutische Chemie oder die Anwendung der Chemie auf die jetzt und früher officinell gewesenen Heilmittel;

c. Agricultur-Chemie oder die Anwendung der Chemie auf Ackerbaukunde;

d. pathologische Chemie in ihrer Anwendung auf Pathologie;

e. gerichtliche Chemie, welche sich damit beschäftigt, die bei Vergiftungsfällen angewandten tödtlichen Gifte zu entdecken. Sie macht also eigentlich einen Zweig der Toxikologie aus.

Ferner könnten wir noch verschiedene Abtheilungen machen, wie z. B. physiologische Chemie; diese fällt aber mit der Thier- und Pflanzenchemie zusammen. Sodann ließen sich als Unterabtheilungen der angewandten Chemie noch eine metallurgische Chemie und eine Zymochemie (d. h. Gährungschemie, von ἡ ζύμη, der Sauerteig, oder besser von ζυμόω, ich säure, blähe auf — und Chemie) aufführen, aber diese praktischen Zweige sind nur Unterabtheilungen der technischen Chemie; die metallurgische Chemie fällt mit der Metallurgie oder mit dem Zugutemachen der Metalle zusammen oder vielmehr bezweckt die technische Gewinnung derselben; die Zymochemie umfaßt die Lehre von der Erklärung und Leitung der verschiedenen Bierprozesse, und hört also ebenfalls in die technische Chemie und organische Chemie.

Wir sehen hieraus, daß wir, je nach den einzelnen Industriezweigen, bei denen die Chemie Anwendung findet, noch verschiedene Unterabtheilungen

*) Von τὸ πνεῦμα Luftart, Gas und Chemie; d. h. die Chemie der Gasarten.

**) Von τὸ πῦρ, πυρός, das Feuer, und Chemie, d. h. die Lehre von den chemischen Feuererscheinungen.

machen könnten, was aber nutzlos sein würde, da diese Begriffe von den Hauptbegriffen umfaßt werden.

Endlich haben wir, wie bei allen Wissenschaften, auch hier einen allgemeinen und speciellen Theil. — Die allgemeine Chemie umfaßt die aus der Beobachtung von Einzelheiten hervorgegangenen Gesetze und Grundlehren, und giebt uns ein Bild von dem Zusammenhange des wissenschaftlich-chemischen Lehrgebäudes. Die specielle Chemie lehrt uns die Eigenschaften und den Charakter der einfachen Grundstoffe und chemischen Verbindungen, sowie überhaupt die chemischen Prozesse in ihren Einzelheiten kennen. Zum Schluß des Ueberblicks, den wir uns hier über die Begriffsbestimmungen und verwandtschaftlichen Verhältnisse der naturwissenschaftlichen Disciplinen vergönnt haben, muß noch erwähnt werden, daß eine jede derselben eine Geschichte und Literaturgeschichte beansprucht. Diese handeln von der Entstehung, allmäligen Entwickelung und Ausbildung der betreffenden Wissenschaften, von den frühesten Zeiten bis jetzt, und liefern uns die wichtigsten Leistungen und Werke, welche zur Förderung derselben beigetragen haben.

Erstes Buch.

Zoologie.

Kurze Charakteristik der Thierkörper
oder
Grundzüge der speciellen Zoologie.

Erster Kreis.
Wirbelthiere (Animalia vertebrata).

Dieser große Kreis umfaßt Skelet-, Knochen- oder Rückgrathsthiere, welche in den wichtigsten Punkten ihres Baues dem Menschen gleichen; fast alle Theile ihres Körpers sind paarweise und zu beiden Seiten einer senkrechten Mittelebene des Körpers symmetrisch gelagert.

Ein inneres Knochengerüst schließt das Gehirn und Rückenmark in eine Knochenhöhle ein. Das Knochengerüst wird von äußeren Muskeln und nie mehr als 4, nur einigen Reptilien fehlenden Gliedmaßen (2 Vorder- oder Brust- und 2 Hinter- oder Beckengliedmaßen) bewegt. Sie haben rothes Blut, ein vollständiges Gefäß- und Nervensystem, welches letztere in hohem Grade entwickelt ist, weshalb sie die oberste Stufe im Thierreiche einnehmen. — Das Gehirn nebst den Sinnesorganen liegt im Schädel.

Erste Classe. Säugethiere (Mammalia).

Rückgrathsthiere, mit Säugeorganen ausgerüstet, mit rothem warmem Blute und Lungenathmung. Sie gebären lebendige Junge, welche eine Zeit lang nach der Geburt von der in den Säugeorganen sich ansammelnden Milch ernährt werden. Die Hautbedeckung ist meistens mit Haaren überzogen. Der Oberkiefer ist mit dem Schädel verwachsen und unbeweglich. Die Gliedmaßen sind zum Laufen, Springen, Fliegen, Greifen oder Schwimmen bestimmt. Sie haben in der Regel 5 Zehen, von denen oft eine oder mehrere verkümmert sind. Sind die Zehen von einer Haut umschlossen, so entsteht ein Flossenfuß.

Erste Ordnung. **Zweihänder** (Bimana).

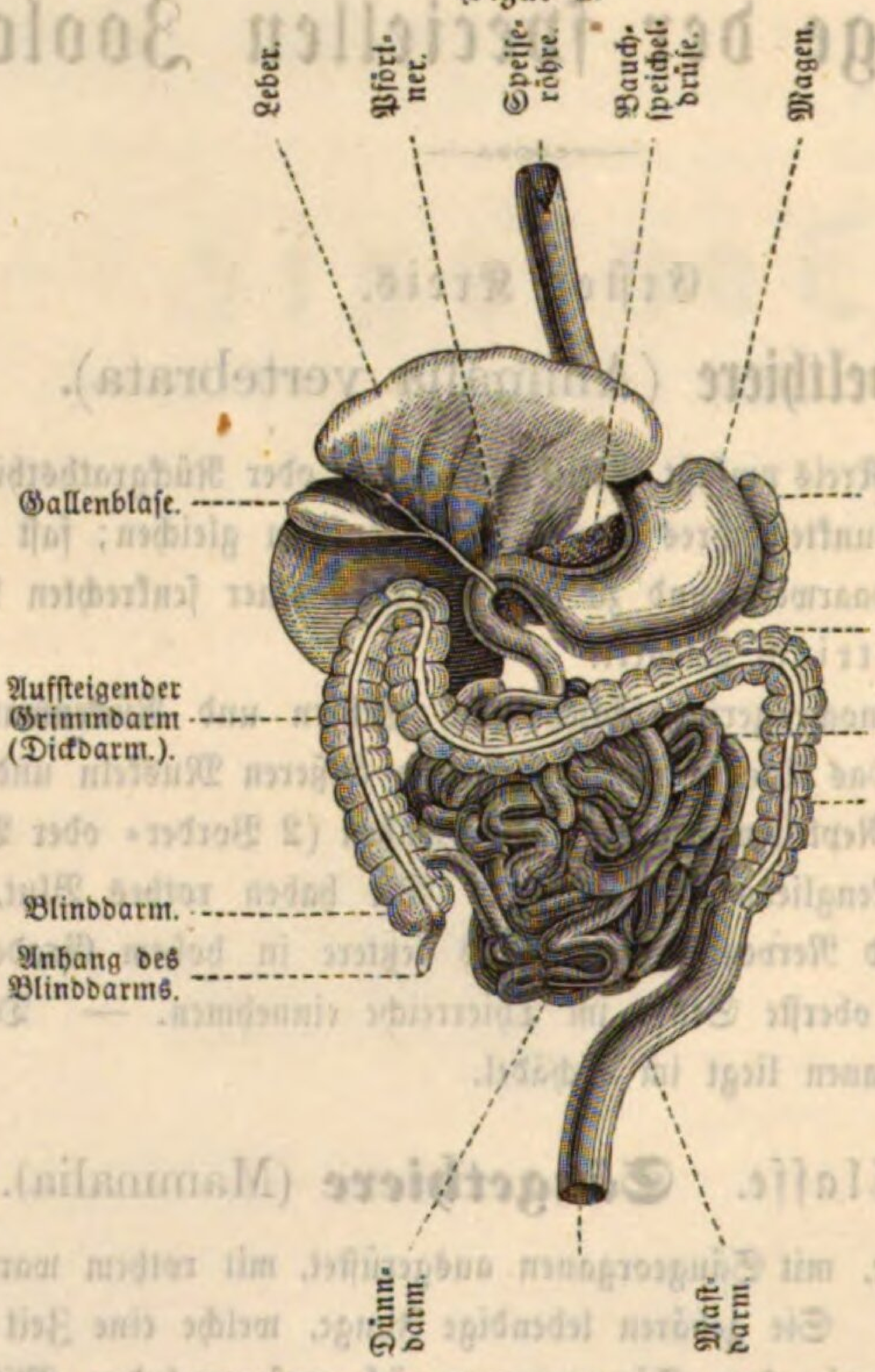
2 Hände und 2 Füße. Plattnägel. Gang aufrecht. Alle Zähne gleich lang und ohne Lücken. Vorzugsweise durch Sprache und Vernunft ausgezeichnet. Diese Ordnung umfaßt nur eine Familie, eine Gattung und eine Art.

Der Mensch (Homo sapiens) unterscheidet sich von den, dem Menschen ähnlichen Affen durch aufrechten Gang und aufrechte Stellung, durch das aufrechte Stehen mit geraden Knieen und einen Gesichtswinkel von wenigstens 75^0, welcher bei den Affen nur 30 bis höchstens 65^0 beträgt.

Beim Menschen sind die körperlichen Fähigkeiten auf die gleichmäßigste Weise entwickelt.

(Figur 1. liefert eine Abbildung von den Verdauungswerkzeugen des Menschen.)

Figur 1.



Je nach den Verschiedenheiten, welche der Mensch in Haut-, Farbe-, Schädel- und Haarbildung zeigt, unterscheidet man 5 Racen: 1) Die mongolische Race, von klein gedrungener Statur, mit gelbbrauner Hautfarbe, viereckigem Kopf, flachem Gesicht, eingedrückter Nase, hervorragendem Kinn und schwarzem, steifem, dünnem Haar. Hierher gehören die Kalmücken, Chinesen, Lappen, Finnen und Eskimos. 2) Neger- oder äthiopische Race, mit stumpfer, breiter

Nase, flacher Stirn, aufgeworfenen Lippen, schwarzer bis schwärzlicher oder ledergelber Hautfarbe und schwarzem, wolligem Haupthaar. Diese Race umfaßt Bewohner Afrikas und einiger Südsee-Inseln. 3) Die malaysche Race, mit etwas schmalem Schädel, dicker, breiter Nase, einer hervorstehenden oberen Kinnlade, hoher Stirn, schwarzem, weichem, lockigem Haupthaar und gelblicher, ins Braune übergehender Hautfarbe. Vertreter dieser Race sind die Bewohner der ostindischen Inseln und Australiens. 4) Amerikanische Race, mit kupferfarbiger Haut, niedriger Stirn, breitem Gesicht und dünnem, struppigem Haar. Diese Auszeichnung ist den Ureinwohnern Amerikas eigenthümlich. 5) Die kaukasische Race, mit hoher, sanft gewölbter Stirn, weißer, zarter Gesichts- und Hautfarbe, nußbraunem oder blondem bis schwarzem Haupthaar. Diese Race zeichnet sich überhaupt durch wohlgestalteten Körperbau aus und umfaßt sämmtliche Europäer (mit Ausnahme der Lappen und Finnen), ferner die Süd- und West-Asiaten und Nord-Afrikaner.

Außer diesen Hauptabtheilungen giebt es noch verschiedene Varietäten, z. B. die Kreolen, oder Nachkommen von Europäern und Eingeborenen in außereuropäischen Colonien; ferner die Mulatten, oder Kinder von Europäern oder Kreolen und Negerinnen; Mestizen, oder Kinder von Europäern und Amerikanern; Zambos oder Sambos, Kinder von Negern und Amerikanern; Tercerons, Kinder von einem Europäer und einer Mulattin ꝛc.

Kakerlaken oder Albinos, d. h. Menschen von ungewöhnlich weißer Hautfarbe, mit rothen Augen, sowie Cretins findet man unter jeder Menschenrace.

Zweite Ordnung. **Vierhänder** oder **Affen** (Quadrumana).

Die hierher gehörenden Geschöpfe zeichnen sich von denen der ersten Ordnung durch die wesentlich verschiedene Anwendung der Brust- und Bauchgliedmaßen aus, von denen die ersteren zu Greif- und Tastorganen bestimmt sind, die letzteren gewöhnlich zum Unterstützen und Forttragen des Körpers dienen. An allen 4 Gliedmaßen oder nur an den hinteren befinden sich Hände und sind mit einem freien Daumen versehen. Meistens alle Finger haben Plattnägel.

Die Vierhänder sind Früchtefresser; ihr Zahnapparat ist aus Schneide-, Eck- und Backenzähnen zusammengesetzt. Ihre Säugeorgane befinden sich an der Brust. Ihre Augen sind einander nahestehend und nach vorn gerichtet. Sie ermangeln der Sprache, haben aber Verstand und stehen durch Körperbau, Gelehrigkeit und Betragen dem Menschen am nächsten. Uebrigens unterscheiden sie sich namentlich von jenen durch einen Gesichtswinkel von 30—65^{0}, durch die Behaarung des Körpers, durch Stellung und Bildung der Zehen, durch Hände an allen Extremitäten.

Die Affen werden von den Wilden gebraten und gegessen; ihre Felle dienen zu Beuteln und Satteldecken; weiße Affenzähne werden von den Wilden als Armbänder getragen.

Die Ordnung der Affen umfaßt 3 Familien: 1) Die eigentlichen Affen (Simiae), mit kahlem Gesicht und 4 Händen, welche mit Plattnägeln versehen sind. 2) Krallenaffen (Arctopitheci), mit kahlem Gesicht, vorn mit Pfoten ohne entgegensetzbaren Daumen; hinten mit Händen versehen. Sämmtliche Zehen haben Krallnägel, nur der hintere Daumen ist mit einem Plattnagel versehen. 3) Halbaffen oder Makis (Prosimiae), mit behaartem Gesicht, zugespitztem Kopf, 4 Händen, welche mit Plattnägeln versehen sind, während jedoch der hintere Zeigefinger stets einen spitzen Krallnagel führt.

Erste Familie. **Eigentliche Affen** (Simiae). Mit kahlem Gesicht, 4 Händen, längeren Eck- als Vorderzähnen; die Backenzähne sind mit stumpfen Höckern versehen. Die wichtigsten Gattungen sind folgende:

Schmalnasen (Simiae catarrhinae).

Mit schmaler Nasenscheidewand, abwärts sich öffnenden Naselöchern, entweder ohne oder mit Schwanz versehen, welcher jedoch niemals ein Greif- oder Wickelschwanz ist. Sie führen an allen Fingern Plattnägel und die oberen Hände reichen meistens bis zu den Knieen. Ihr Vaterland ist Asien und Afrika.

A. Eigentliche Affen ohne Schwanz und Backentaschen.

Chimpanze oder **Schimpanse** (Simiae). Mit einem Gesichtswinkel von 30—60°, großen Ohren und Eckzähnen, sehr niedriger Stirn, mit etwas über das Kniegelenk reichenden Armen: ohne Gesäßschwielen. Man kennt hiervon 2 Arten.

a. Afrikanischer Waldmensch (S. troglodytes, Höhlenbewohner). Mit langen, groben, schwarzbraunen Haaren; etwa 5 Fuß hoch; ist leicht zähmbar und lebt gesellig in Congo und Guinea.

Figur 2.

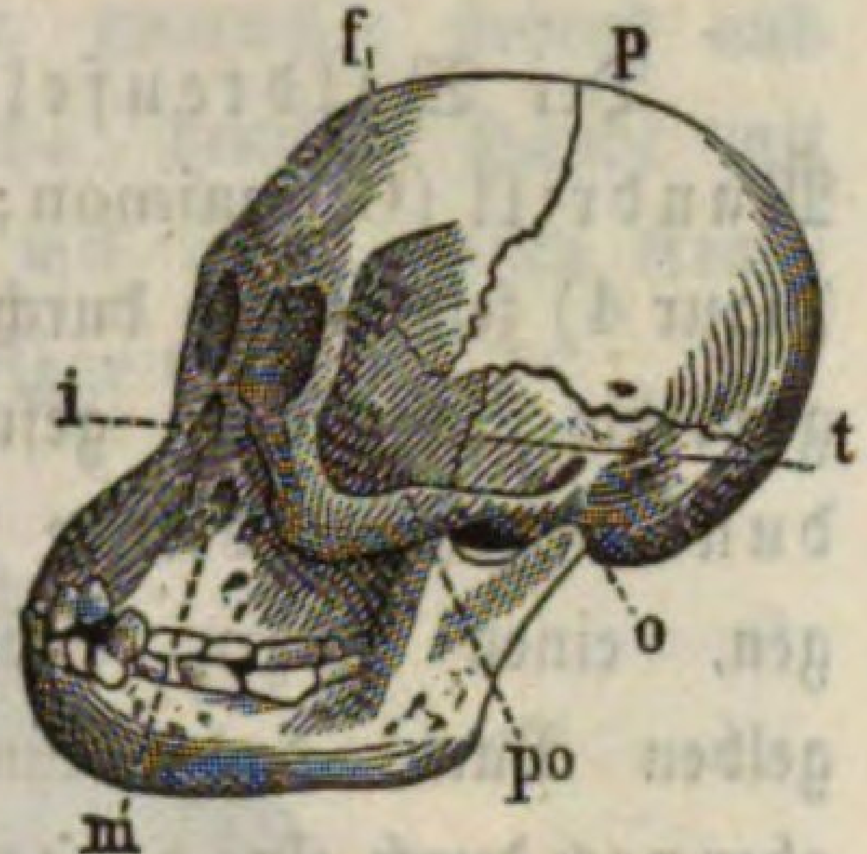


Gorilla-Affe, ist der größte aller bekannten Affen; über 5 Fuß hoch; verwundet mit seinen großen Eckzähnen gefährlich und besitzt eine furchtbare Armkraft.

b. Orangaffe (Pythecus). Ohne Gesäßschwielen; Gesichtswinkel bei alten Thieren 30°, bei jungen bis 65°; Ohren klein, flach anliegend; Eckzähne im Alter sehr groß; Arme bis zu den Knöcheln herabreichend. Hierher gehört der Orang-Utang oder asiatische Waldmensch (P. oder Simia satyrus; siehe Fig. 2.) Rostbraun bis braunschwarz; Gesicht bleifarbig; Körper, außer Kehle und Brust, mit starken, am Unterarme rückwärts gerichteten Haaren bewachsen. Selten in den flachen, sumpfigen Wäldern Sumatras und Borneos. Er lebt einsam.

(Figur 3. zeigt den Schädel eines jungen Orang-Utangs.)

Figur 3.



i Zwischenkiefer, mi Unterkiefer, m Oberkiefer, po Jochbogen, o Ohröffnung, f Stirnbein, p Scheitelbein, t Schläfenbein.

c. Langarm (Hylobates). Mit kleinen, aber deutlichen Gesäßschwielen, fast den Boden erreichenden Armen; Gesichtswinkel 60°; Indien. Lebt gesellig, vorzüglich in den Feigenwäldern der Sunda-Inseln. Hierher gehören: der Simang (H. syndactylus), der weißhändige Gibbon (H. lar), der aschgraue Gibbon oder Wauwau.

B. Affen mit Schwanz aber ohne Backentaschen.

d. Schlankaffe (Semnopithecus). Mit Gesäßschwielen und stumpfer Schnauze; Gliederbau schlank; vorderer Daumen kurz; Schwanz über Körperlänge. Diese Gattung zählt sehr viele Arten, die wichtigsten sind: Nasenaffe (S. nasicus), Kleideraffe (S. nemaeus).

C. Affen mit Schwanz und mit Backentaschen.

e. Stummelaffe (Colobus). Schwanz lang, dünn und am Ende buschig; Gliederbau schlank; Vorderhand ohne Daumen. Wichtigste Art ist: Perrückenaffe (C. polycomos).

f. Meerkatze (Cercopithecus). Backenzähne vierhöckerig; Vorderhände mit Daumen; Schwanz lang. Afrika. Zahlreich an Arten. Die wichtigsten sind: Grüne Meerkatze, Weißnase, Mohrenaffe u. s. w.

g. Makako (Inuus). Schnauze breit; Kopf rundlich; Vorderhände mit Daumen; hinterster unterer Backenzahn fünfhöckerig. Südöstliches Asien und Afrika. Wichtigste Arten sind: der gemeine Makako, der schwarze Bartaffe, Hundsaffe, Hutaffe u. s. w.

Der hierher gehörende gemeine türkische Affe kann auch unser Klima vertragen und wird daher oft durch Europa geführt, um die Leute mit seinen Kunststücken zu ergötzen.

h. Pavian (Cynocephalus). Schnauze länger als der Hirnkasten, lang vortretend und abgestutzt wie eine Schweineschnauze; Vorderhände mit Daumen; Eckzähne sehr stark; hinterster unterer Backenzahn fünfhöckerig; Gesäßschwielen groß; Gliederbau gedrungen und kräftig. Vaterland Afrika. Diese Gattung ist nächst dem Orang die größte aller Affen, aber durch Boshaftigkeit besonders ausgezeichnet. Wichtigste Arten sind: gemeiner Pavian, grauer Pavian, Bären-Pavian, Waldteufel u. s. w.

Der Waldteufel oder Mandrill (C. maimon; siehe Figur 4) zeichnet sich durch stark gewölbte, dreifach gefurchte, dunkel-himmelblaue Wangen, einen kurzen Schwanz, gelben Bart, das Männchen aber noch durch eine blutrothe Nase aus. Uebrigens ist er oliven- bis hellbraun.

Figur 4.

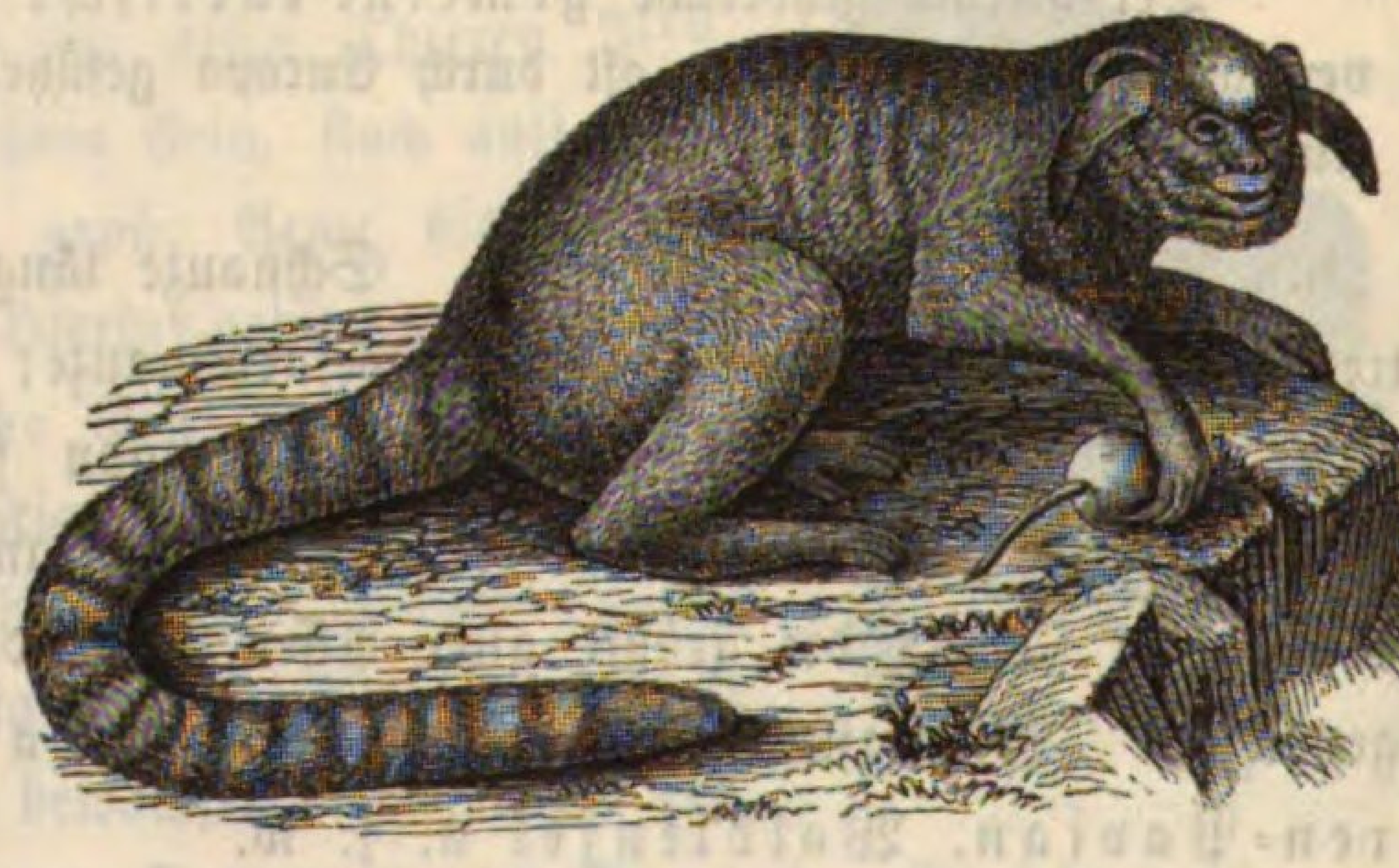


Plattnasen (Simiae platyrrhinae).

Nasenscheidewand breit; Nasenlöcher seitwärts sich öffnend; Daumen an den Hinterhänden stärker, mehr abstehend als an den Vorderhänden, bei einigen fehlend; Schwanz meist lang, schlaff oder ein Greif- oder Rollschwanz. Bewohner Amerikas. Die Gattungen dieser Unterabtheilungen sind: Heul- oder Brüllaffe, Wollaffe, Klammeraffe, Rollschwanzaffe, Schweifaffe, Winselaffe, Nachtaffe. Zu der Gattung „Rollschwanzaffe" gehört der Kapuzineraffe, von dem alte Männchen mit einer schwarzen Kopfplatte versehen sind, während Schulter und Umkreis des Gesichts weißlich aussehen. Zu der Gattung Winselaffe gehört der merkwürdige Kragen-Winselaffe.

Zweite Familie. **Krallenaffen** (Uistiti, Arctopitheci). Gesicht nackt; Ohren klein; vorn Pfoten, hinten Hände; alle Finger mit Krallnägeln, nur der hintere Daumen mit einem Plattnagel; Schwanz länger als der Körper, schlaff, buschig. Sehr geschickt im Springen; überhaupt lebhafte aber furchtsame Thierchen von der Größe eines Eichhörnchens. Bewohner des südlichen Amerikas. Sie werden häufig gezähmt und ihr Fleisch wird gegessen. Gattungen: Pinselaffe oder Seidenaffe (Hapale) und das Glattäffchen (Midas). Erstere zählt vier Arten, die letztere elf Arten. Zu ersterer Art gehört der weißohrige Pinselaffe (Hapale Jacchus; s. Fig. 5). Graubraun; Kopf und Hals dunkelbraun; Ohrbüschel lang; mit einem fast dreieckigen weißen Fleck auf der Stirn.

Figur 5.



Dritte Familie. **Halbaffen** (Prosimiae). Gesicht behaart; Kopf zugespitzt; Vorderzähne verschieden, im Oberkiefer vier, paarweise stehend und eine Lücke lassend, im Unterkiefer zwei, vier oder sechs; deutliche Hände mit Plattnägeln; der Zeigefinger der Hinterhände ist stets mit einem spitzen Krallnagel versehen. Diese Thiere leben nur in der heißen Zone der alten Welt; sind geschickt zum Klettern und tragen einen dicken weichen Pelz. Gattungen: Maki oder Fuchsaffe, Indri, Faulaffe, Ohraffe, Fußthier u. s. w. Besonders merkwürdig ist der zu der Gattung Maki gehörende Katzenmaki oder Mokoko (Lemur catta), welcher sich durch einen weißen, schwarzgeringelten Schwanz von fast 18 Zoll Länge auszeichnet; sein Körper ist oben grau, unten weiß und seine Schnauze sehr spitz. Man sieht ihn häufig in Menagerien. Er kämmt sich sehr oft mit seinen Zähnen und wickelt, wenn er schlafen will, den Schwanz um den Hals. (Figur 6 zeigt einen Katzenmaki mit seinem Jungen.)

Figur 6.



Dritte Ordnung. **Fleischfresser** oder **Raubthiere** (Carnivora).

Gliedmaßen sind nur zum Gehen eingerichtet und es ist daher keine Hand bei ihnen vorhanden, denn der Daumen ist den anderen Zehen nicht entgegensetzbar; vollständiger Zahnapparat, dessen Zähne besonders für das Zerschneiden des Fleisches geeignet sind, indem sie die Form eines Kammes bilden und sich wie die Arme einer Scheere gegen einander bewegen; ihr Verdauungsapparat ist für ihre Ernährungsweise vollkommen geeignet, denn sie ernähren sich größtentheils von Fleisch und Insekten, selten von Früchten; die Zehen sind mit Krallen versehen; Säugeorgane frei.

Eigentliche Raubthiere oder **Fleischfresser** (Ferae, Carnivora). Sie sind die gefährlichsten Thiere, haben keine oder sehr unentwickelte Schlüsselbeine und sind vorzüglich durch ihr Gebiß charakterisirt; Backenzähne sind an Zahl und Bildung verschieden, die den Eckzähnen zunächst stehenden sind spitz und zusammengedrückt, worauf ein großer Backenzahn, mit mehren Spitzen und meistens mit einem Höckeransatze, Fleisch- oder Reißzahn genannt, folgt. Zu ihnen gehört der größte Theil unserer Pelzthiere.

Erste Familie. **Bären** (Ursina). Sohlengänger; an allen Füßen mit fünf bekrallten Zehen versehen; Reißzähne höckerig; fressen auch gern Vegetabilien; sind plump gebaut, aber dennoch geschickt und können die Vorderbeine hauptsächlich gut zum Klettern gebrauchen; die größeren Arten pflegen sie wohl zu benutzen, um ihre Verfolger zu erdrücken.

Der **Bär** (Ursus). Gliederbau plump; Schwanz kurz; Schnauze stumpf; Pelz meistens langhaarig; die drei letzten Backenzähne groß und mit stumpfen Höckern versehen. Bewohner heißer Länder und kalter Zonen; sie liefern eßbares Fleisch und brauchbares Fett, so wie herrliches Pelzwerk; — der Bärenschinken schmeckt vorzüglich. Die hauptsächlichsten Arten sind folgende: der Eisbär, weiße Landbär, Lippenbär, Kragenbär, Grieselbär, gemeine Bär, amerikanische Bär.

Der Eisbär (Ursus maritimus; siehe Figur 7), ausgezeichnet durch seine weiße Farbe, wird 6 bis 8 Fuß lang und 4 Fuß hoch; lebt an allen Polarküsten der alten und neuen Welt und erträgt die stärkste Kälte, greift Menschen an, gräbt sich Höhlen ins Eis und scharrt in der Gefangenschaft beständig mit den Füßen; er ist überhaupt das furchtbarste Raubthier des hohen Nordens; seine Nahrung besteht hauptsächlich aus Fischen und Seehunden; das Fleisch wird gegessen; sein Pelz dient vorzüglich zu Schlitten- und Pferdedecken; das Fett wird in Lampen gebrannt, aber auch genossen.

Figur 7.



Der braune oder gemeine Landbär (Ursus arctos; siehe Figur 8) wird 4 bis $5^1/_2$ Fuß lang, ist von heller oder dunkelbrauner Farbe, frißt gern Honig, Obst und Insekten; er ist leicht zähmbar und lernt wegen der breiten Sohlen leicht tanzen; gereizt greift er selbst Menschen an; er bewohnt die kalten und gemäßigten Länder der alten Welt, findet sich aber jetzt nur noch in den Wäldern von Nord- und Osteuropa; in Deutschland ist er seit 1668 fast ausgerottet; der Pelz dieses und des Nordamerikaners oder Baribals, welcher 5 bis 7 Fuß lang wird, ist sehr gesucht.

Der Waschbär (Procyon) hat eine kurze spitze Schnauze, einen schlaffen

Figur 8.



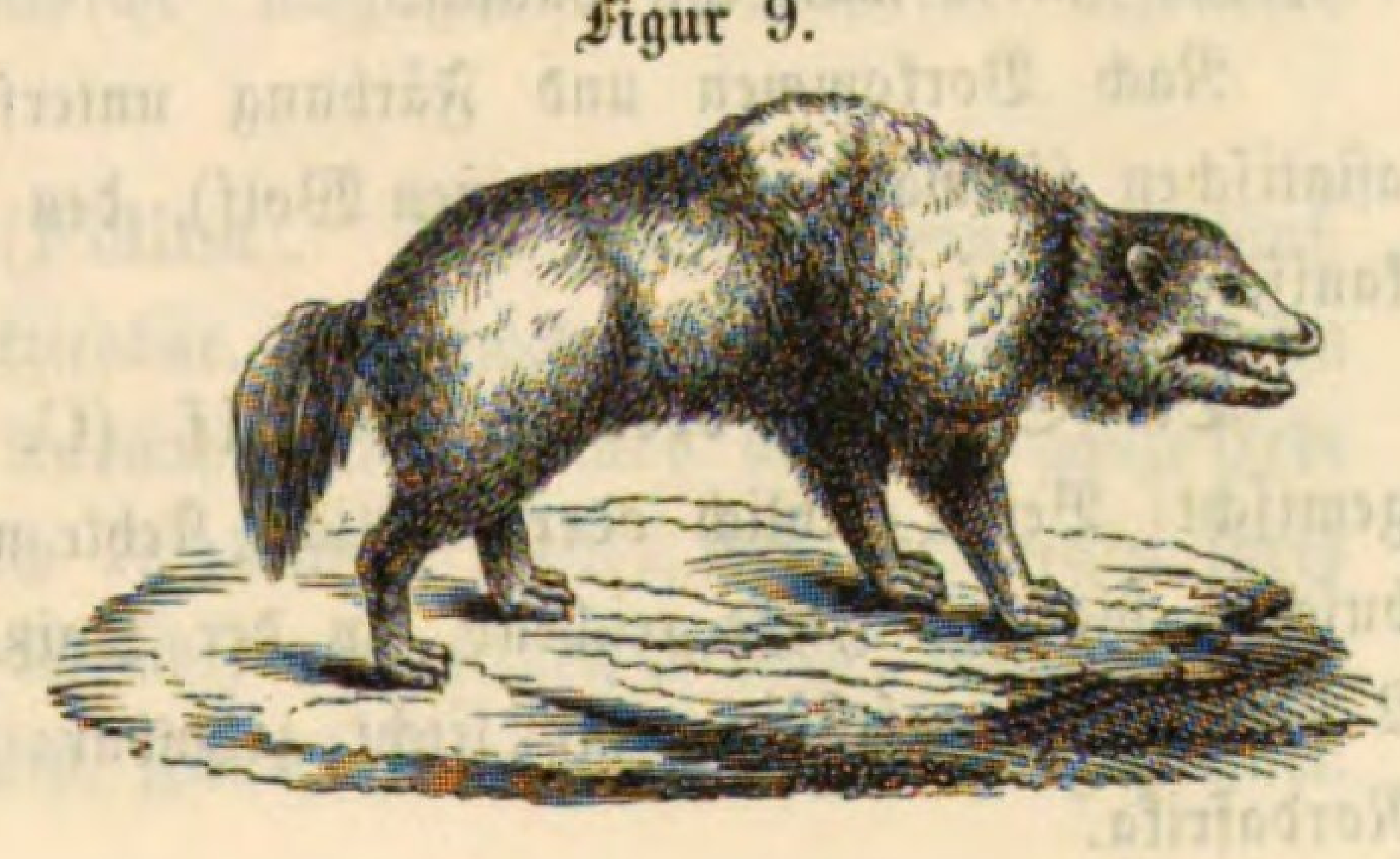
Schwanz von fast halber Körperlänge; er ist ein leicht zähmbarer nächtlicher Sohlengänger, lebt in Amerika und nährt sich vorzugsweise von Fischen, Vögeln, Eiern und Insekten. Er zählt fünf Arten. — Als weitere Gattungen dieser Familie lassen sich folgende aufführen: der Wickelbär, Bärenmarder, Nasenbär, Katzenbär u. s. w.

Zweite Familie. Die **Marder** (Mustelina). Sohlen- und Zehengänger, mit fünf Zehen an allen Füßen; einem Höckerzahn hinter dem Reißzahn. Die eigentlichen Marder sind leicht und hübsch gebaut, kurzbeinig, lang gestreckt, mit scharfem Gesicht, Geruch und Gehör. Hierher gehören die Gattungen: der Dachs (Meles), der Stinkdachs (Mydaus), das Stinkthier (Mephitis), der Ratel (Ratelus), der Vielfraß (Gulo), der Marder (Mustela), der Iltis (M. putorius), die Fluß- oder Fischotter (Lutra), die Seeotter (Enhydris).

Der gemeine Dachs (Meles taxus) ist ein Bewohner Europas und Nordasiens, von gelblichweißer, unten schwarzer Farbe, mit zugespitzter Schnauze, kurzem Schwanze, mit einem schwarzen Streifen über Augen und Ohren. Die Beine sind kurz und die vorderen mit kurzen Grabkrallen versehen, die dazu dienen, um sich Höhlen zu bauen, in denen er während des Tages und Winters schläft; sein Fell wird zu Jagdtaschen, Kofferüberzügen und Fußdecken benutzt; seine Haare dienen zu Maler- und Bartpinseln; sein Fett wird ebenfalls benutzt und liefert eine blendend weiße Sodaseife.

Der nordamerikanische Dachs (M. labradorica) liefert ebenfalls gutes Pelzwerk.

Figur 9.



Der nordische Vielfraß (Gulo borealis; siehe Figur 9) hat einen gedrungenen langhaarigen bärenartigen Körper, behaarte Sohlen, nur unter den Zehen nackt; ist von brauner Farbe und lebt im Norden aller Welttheile. Er ist ein schlaues, grausames, raubgieriges Thier.

Unter den Marderarten ist unser Iltis (M. putorius) wegen seines höchst widrigen Gestankes und der Mordsucht alles Geflügels bekannt; jedoch eben so mordsüchtig ist das kleine Wieselchen (M. vulgaris; siehe Figur 10). Das Frettchen (M. furo), meistens von blaßgelblicher Farbe, ist in Südeuropa eingebürgert; der Hausmarder (M. foina) und der Baummarder (M. martes) zeigen eine vorzügliche Fertigkeit im Klettern.

Figur 10.



Der Zobel (M. zibellina), ein Bewohner Mittelasiens und Sibiriens, und das Hermelin (M. erminea) sind wegen ihres ausgezeichneten Pelzes sehr geschätzt, wiewohl alle Marderarten Pelzwerk liefern. Auch die Otterarten liefern ähnliches Pelzwerk.

Dritte Familie. Die **Hunde** (Canina). Zehengänger. Alle Füße oder nur die Hinterfüße vierzehig; Krallen nicht zurückziehbar. Meistens Höckerzähne hinter dem Fleischzahne. Zunge glatt. Sind geschickt im Laufen.

Der Haushund (Canis familiaris) macht die Hauptart der Gattung Canis aus; er ist durch Gelehrigkeit, Gutmüthigkeit, Treue und Schnelligkeit ausgezeichnet und namentlich durch seinen scharfen Geruch; er variirt bekanntlich in sehr vielen Abarten.

Ferner sind bemerkenswerth: der Wolf (Canis lupus). Gelblichgrau und schwarz gemischt bis schmutzig-gelblichweiß; Vorderbeine mit schwarzem Streife; Ohrenrand schwarz. $3^1/_2$ Fuß lang und $2^1/_2$ Fuß hoch. Er ist bekanntlich das schädlichste und gefräßigste Nachtraubthier Europas und selbst den Menschen gefährlich, besonders aber den Schafheerden und Hühnerhöfen. Der Wolf ist nicht nur in der alten Welt verbreitet, sondern findet sich auch in Amerika häufig. Im Fürstenthum Lüneburg sollen von 1648 bis 1649 nicht weniger als 182 Wölfe getödtet worden sein; jetzt ist er aber in Deutschland ganz ausgerottet; im Jahr 1842 wurde noch einer bei Nienburg erlegt; in Polen und Rußland findet man ihn häufig.

Nach Vorkommen und Färbung unterscheidet man den europäischen, den asiatischen (schwarzen und weißen Wolf), den amerikanischen Wolf und den mexikanischen Wolf.

Der Schakal oder Goldwolf (C. aureus). Rostgelb, grauschwarz gemischt; Beine gelblich oder röthlich; Kehle weiß; Ohrenrand rostroth; Schwanz buschig, bis zur Ferse reichend, an der Spitze schwärzlich; $2^1/_2$ Fuß lang und 2 Fuß hoch; gefräßig aber leicht zähmbar; er lebt heerdenweise in Asien und Nordafrika.

Der gemeine Fuchs (C. vulpes) ist bekanntlich in ganz Europa zu Hause; ferner im Norden Amerikas und Asiens; er zählt eine beträchtliche Reihe von Arten und Spielarten.

Die **Hyäne** (Hyaena). Rücken mit Mähne versehen und abschüssig, weil die Hinterbeine kürzer sind; alle Füße vierzehig; Reiß- und Höckerzähne. Ueber dem After befindet sich eine Drüsentasche. Sie sind nächtliche, in selbstgegrabenen Höhlen lebende, gefräßige, aber feige Raubthiere, die auch wohl Leichen ausgraben.

Drei lebende Arten: Die gestreifte Hyäne (H. striata), die gefleckte Hyäne (H. maculata) und die Höhlenhyäne (H. spelaea).

Vierte Familie. **Viverren** (Viverrina). Langgestreckte Zehen- oder Sohlengänger mit 5 oder 4 Zehen mit zurückziehbaren Krallen, Höckerzähnen, einer scharfen Zunge und einer Drüsentasche. Vaterland: Asien und Afrika. Bemerkenswerth ist die asiatische Zibethkatze (Viverra Zibetha), bräunlichweiß, unregelmäßig schwarz gefleckt und gestreift; ohne Mähne, Schwanz mit schwarzen Halbringeln versehen. Ihre Heimath ist ursprünglich auf den Molukken, aber als Hausthier ist sie über ganz Asien verbreitet und auch nach Guatemala, Mexiko und von da nach Cuba gebracht; früher wurde sie wegen des Zibeths, den man wöchentlich zwei- bis dreimal aus der Drüsentasche herausnahm, in Käfigen gehalten. Das Zibeth wurde als Heilmittel benutzt. Ferner gehören hierher der Ichneumon und die Genettkatze und mehrere andere Arten.

Die Genettkatze (Viverra genetta) ist gelblichgrau und hat an jeder Seite 3 bis 4 Längsreihen schwarzer Flecken. Schwanz schwarz geringelt. Drüsentasche sehr seicht. Afrika, Frankreich, Spanien. (Siehe Figur 11.)

Figur 11.



Der ägyptische Ichneumon (Herpestes ichneumon) ist gelblichgrün, schwarz gesprenkelt. Wollhaare rostgelb; Stichelhaare gelblich, weiß geringelt. Schwanzspitze mit schwarzem Haarbüschel. Keine Drüsentasche, aber der After selbst ist von einer flachen Drüsentasche umgeben. Nordafrika, besonders Aegypten.

Fünfte Familie. **Katzen** (Felina). Zehengänger, vorn mit fünf, hinten mit vier Zehen. Krallen zurückziehbar. Mit Höckerzähnen und einer scharfen Zunge, aber ohne Afterdrüsen. Mit Ausnahme Neuhollands über die ganze Erde verbreitet. Nur eine Gattung, nämlich die **Katze** (Felis), bekannt wegen ihres schneidend scharfen Gebisses, scharfen Gesichts und feinen Gehörs; mit Reiß- und Höckerzähnen versehen; durch Muth, List, Falschheit und Fleischgier ausgezeichnet.

Man kennt über 44 lebende Arten, z. B. „der Löwe" (F. leo), einfarbig braungelb. Schwanz mit einem Endbüschel, in welchem sich eine feine Hornspitze befindet. $3^1/_2$ Fuß hoch, 5 — 8 Fuß lang. Das Männchen hat eine Mähne um den Hals. Das Weibchen wirft gewöhnlich 3 Junge mit schon geöffneten Augen. Wegen seiner großen Stärke und seiner stolzen Haltung gilt der Löwe seit den ältesten Zeiten als der König der Thiere. Er ist im Stande 30 Fuß weit zu springen, kann mit einem Schlage seiner Tatze dem Pferde das Rückgrath zerschmettern. Er greift Menschen und Thiere nur an, wenn sie vor ihm fliehen. Sein Pelzwerk ist sehr geschätzt und sein Fleisch wird von den Hottentotten gegessen. Findet sich jetzt nur noch in Afrika vom Cap bis zum Mittelmeere, in Persien, sowie am Euphrat, am Tigris und in Guzerate.

Als Spielarten unterscheidet man den berberischen Löwen aus Nordafrika, den senegalischen Löwen, den persischen Löwen und den guzeratischen Löwen. (Guzerate in der Präsidentschaft Bombay, der Hauptsitz des Königs in Hindostan.)

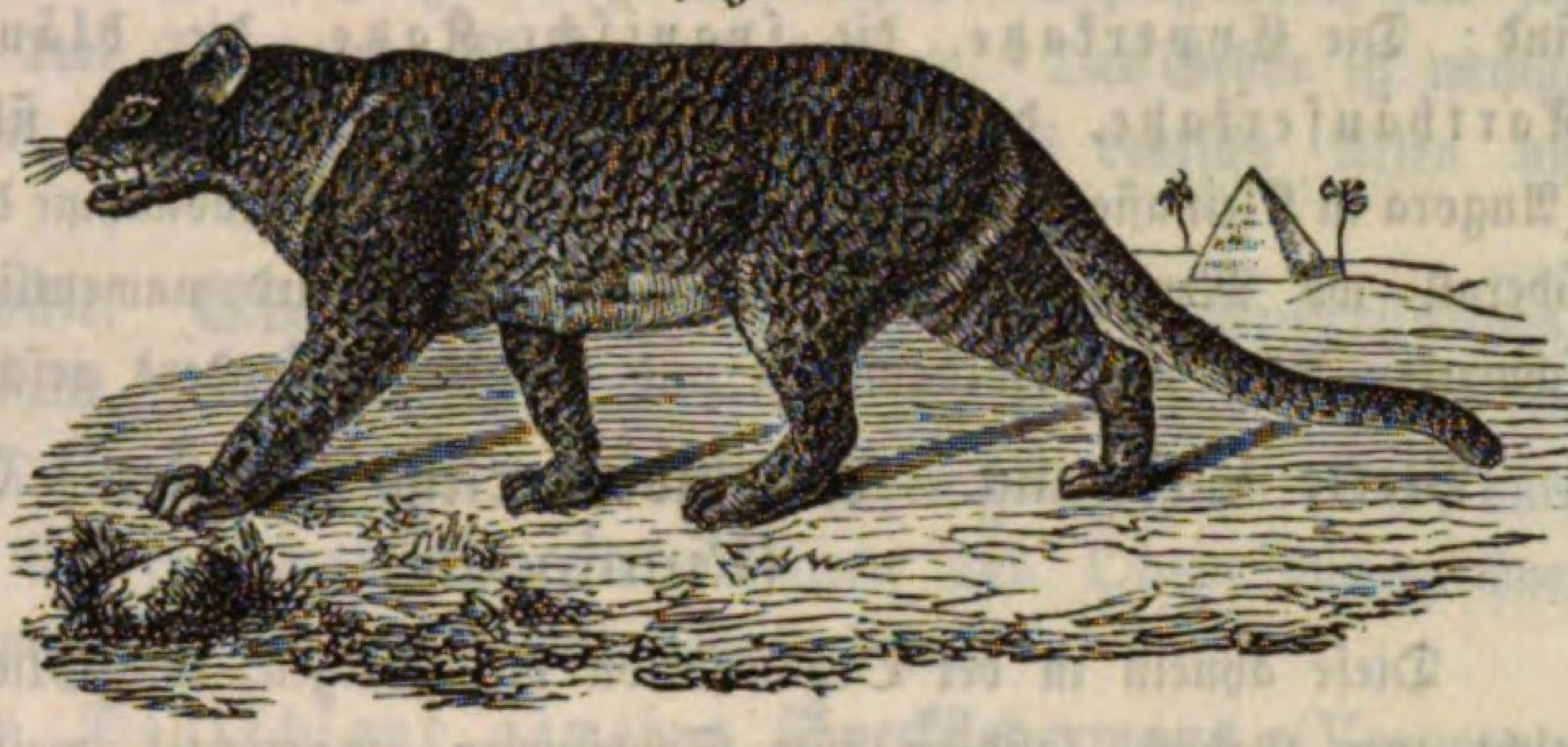
Tiger (F. tigris). Der Königstiger oder bengalische Tiger. Rostgelb mit schwarzen Querstreifen, 5 — 8 Fuß lang und $2^1/_2$ Fuß hoch. Der schwarz geringelte Schwanz ist $2^1/_2$ Fuß lang. Das furchtbarste aller Raubthiere, viel gefährlicher als der Löwe, schlägt 5 Zoll tiefe Wunden und kann mit einem Menschen im Rachen noch im Schnellen davon eilen; er soll sogar in Ostindien aus mehreren Dörfern die Menschen vertilgt haben. Heimath: Südasien, besonders Ostindien, er geht aber bis zum kaspischen See bis nach Nordwesten, südlich bis Java und Sumatra. Die indischen Fürsten haben den Tiger in einigen Gegenden schon ganz ausrotten lassen; vom Jahre 1825 bis 1829 sollen in Indien 1032 Tiger erlegt worden sein. Der Tiger hat große Furcht vor dem Feuer und läßt sich auch durch Lärmschlagen mit einer Trommel forttreiben. Die Gangesarme werden förmlich von ihm umlagert und er holt oft seine Beute dort aus den Kähnen, welche über den Ganges gerudert werden. Tigerfelle liefern vorzügliche Fuß-, Schlitten- und Pferdedecken.

Der Jaguar (Unze, amerikanischer Tiger, F. onca, F. panthera). Röthlichgelb, mit 4 bis 5 Längsreihen großer schwarzbrauner Ringflecken, jeder mit einem schwarzen Mittelfleck, nach unten weiß, schwarz gestreift. Schwanz oben von der Farbe des Rückens, unten weiß, am Ende schwarz geringelt, 2 Fuß 2 Zoll lang; der Körper hingegen ist $4^1/_2$ Fuß lang, $2^1/_4$ Fuß hoch; meist jeder Mundwinkel ist mit einem schwarzen Fleck versehen. Es ist das furchtbarste und größte Raubthier im heißen Nord- und Südamerika bis Patagonien, jedoch jetzt selten. Er ist den Menschen sehr gefährlich und richtet seine Jagd besonders auf wilde Pferde, Hirsche und junges Hornvieh; er zieht Fleisch dem Blute vor und tödtet daher jeder Zeit nur ein Thier.

Eine Spielart ist der schwarze Jaguar (F. nigra).

Der Panther, Parder oder afrikanischer Tiger (F. pardus, auch F. panthera; siehe Figur 12).

Figur 12.



Rothgelb, unten weiß, an jeder Seite mit mehreren Reihen schwarz-brauner kleiner, nie zusammenlaufender Augenflecken, meistens ohne Mittelfleck, versehen. Der Schwanz reicht bis zur Schulter; er hat entweder an jeder Seite 6—7 Reihen Flecke und ist dann F. pardus, oder 10 Reihen kleinerer Flecken und heißt dann F. leopardus, der Leopard; $4^1/_4$ Fuß lang und 2 Fuß hoch. Seine Lebensweise gleicht der der vorigen Raubthiere, aber er ist weniger gefährlich. Seine Felle kommen als Tigerfelle in den Handel. Vaterland: Afrika (vorzüglich Algier) und Süd- und Westasien. Unter den verschiedenen verwandten Arten, wie z. B. der langschwänzige Parder, der Irbis, die Pardelkatze, ist besonders die Tigerkatze (F. tigrina) zu erwähnen, welche sich auch häufig in Menagerien findet. Sie ist fahlgelb und unten weiß, an den Seiten mit schmalen unregelmäßigen schwarzbraunen Flecken versehen, etwa von der Größe einer Hauskatze. Vaterland: nördliches Südamerika.

Der Jagdtiger oder Jagdleopard (F. jubata). Graugelb mit vielen kleinen schwärzlichen Flecken; $2^1/_2$ Fuß lang und $1^1/_2$ Fuß hoch. Vaterland: Süd- und Mittelafrika, sowie Vorderindien und Himalaya. Er ist sanft und gezähmt zur Jagd brauchbar.

Gemeiner oder europäischer Luchs (F. lynx). Röthlichbraun mit unregelmäßigen dunklen Flecken, Unterseite und Augenkreise weiß. Schwanz von Kopflänge. Das ganze Thier ist 3 Fuß lang und $1^1/_2$ Fuß hoch. Vaterland: Gebirgsgegenden Europas und Nordasiens; verschwindet aber immer mehr und findet sich nur noch in den Pyrenäen, Alpen und einzeln im bayerischen Hochgebirge. Die größte Katzenart ganz Europas, welche größere und kleinere Jagdthiere mordet; springt oft von den Bäumen seiner Beute auf den Rücken und erwürgt mehr als er verzehren kann; das Pelzwerk ist wie von folgenden Spielarten: dem Hirschluchs, Polarluchs, Pardelluchs und Sumpfluchs u. s. w., sehr geschätzt.

Wilde Katze (F. catus). Graubraun mit dunklen Querwellen. Die Innenseite der Schenkel gelblich, Ohren inwendig behaart, Schwanz unter halber Körperlänge bis zum Ende gleich dick. 2 Fuß 2 Zoll lang und 10 Zoll hoch. Lebt in den großen Wäldern Europas, Vorderasiens und Indiens, vorzüglich Rußlands; findet sich auch in unsern Wäldern, aber selten.

Die **Hauskatze** (F. domestica). Hinsichtlich der Farbe ist sie sehr veränderlich und zählt verschiedene Abarten, unter denen die wichtigsten folgende sind: Die **Cyperkatze**, die **spanische Katze**, die **bläulich aschgraue Karthäuserkatze**, die **angorische Katze**, mit langen silberweißen Haaren (Angora in Kleinasien). Die Hauskatze findet sich, mit Ausnahme der kälteren Länder, überall wo Menschen wohnen; das Pelzwerk wird namentlich von der kohlschwarzen Katze aus Nordamerika und Sibirien besonders geschätzt.

Vierte Ordnung. Amphibienartige (Flossen-) Säugethiere (Pinnipedia).

Diese ähneln in der Organisation den vorigen; ihre Gliedmaßen sind aber nicht zum Gehen, sondern zum Schwimmen eingerichtet, weil sie den größten Theil ihres Lebens im Wasser zubringen; die Fußzehen sind bis über das Nagelglied durch dicke Schwimmhäute verbunden; Hinterbeine sind horizontal und einander genähert; Leib ist kurz behaart; alle drei Zahnarten sind mit langen Bartborsten versehen; sie leben gesellig und gehen nur ans Land, um sich zu sonnen oder ihre Jungen zu säugen.

Zwei Familien. 1) **Robben** (Phocina). Eck- und Vorderzähne von den Lippen bedeckt. 2) **Wallrosse** (Trichechoidea). Obere Eckzähne weit hervorragend.

1. **Gemeiner Seehund** (Phoca vitulina; siehe Figur 13). Keine Ohrenmuscheln, gelbgrau, mehr oder weniger bräunlich gefleckt. Die Schwimmhaut der Hinterfüße reicht über die Zehen hinaus.

Figur 13.



2. **Seelöwe** (Otaria jubata); braungelb, mit kurzen Ohrenmuscheln. Vorderfüße schwärzlich. Die Schwimmhaut der Hinterfüße reicht nicht über die Zehen hinaus. Das Männchen hat eine krause Halsmähne. 15 bis 20 Fuß lang. Bewohner des stillen Meeres.

3. Das **Wallroß** (Trichechus rosmarus). Gelbbraun. Obere Eckzähne weit hervorragend, 2 Fuß lange Hauerzähne, welche wie Elfenbein benutzt werden. 18 bis 20 Fuß lang und 1500 bis 2000 Pfund schwer. Bewohner des Eismeeres; liefert Speck, Fett und Leder.

Fünfte Ordnung. Handflügler oder Fledermäuse (Chiroptera).

Diese Ordnung ist mit der der Vierhänder sehr verwandt, aber die vorderen Gliedmaßen besitzen eine eigenthümliche Abänderung, indem diese vermittelst

einer auf beiden Seiten des Körpers befindlichen Hautfalte, welche zwischen den Fingern aufgespannt ist, in Flügel umgewandelt sind. Schlüsselbeine sind sehr stark. Meist alle drei Zahnarten. Meistens Nachtthiere. Das Gehör ist weniger entwickelt, als bei den Thieren früherer Ordnungen. 18 deutsche Arten und 2 Familien.

Erste Familie. **Eigentliche Fledermäuse** (Vespertilionea.) Flughaut meist nackt, zurückschlagbar; Vorderfüße mit sehr langen Zehen und einer Kralle am Daumen, Hinterfüße mit kurzen Zehen und Krallen. Sind durch feinen Tastsinn in den Flughäuten, Nasenblättern und Ohren ausgezeichnet. Fliegen und flattern sehr gut; leben nur von Insekten.

1) Die in Deutschland gemeine **Speckfledermaus** (Vesperugo noctula). 34 Zähne, Ohrdeckel halbherzförmig, rothbraun, Körper 3 Zoll lang, Schwanz $1^{1}/_{2}$ Zoll.

2) **Großohr** (Plecotus auritus; siehe Figur 14). Ohren mit 22 oder 24 Querfalten, Körper $1^{2}/_{3}$ Zoll lang, Schwanz $1^{1}/_{3}$ Zoll; findet sich durch ganz Europa, in Deutschland sehr häufig.

Figur 14.



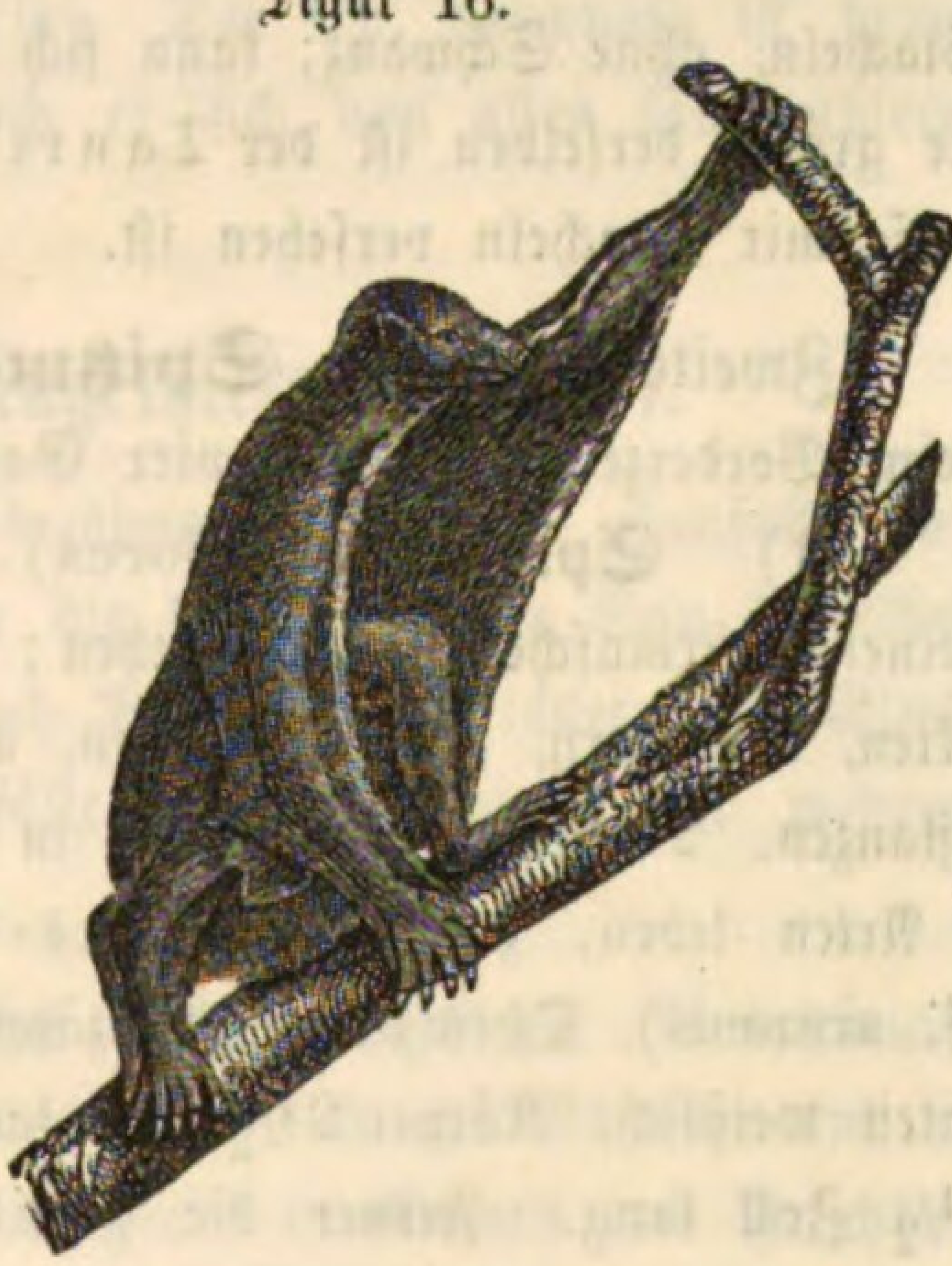
Figur 15.



3) Der **Vampyr** oder **Blutsauger** (Phyllostoma spectrum). Kastanienbraun, Körper 7 Zoll lang; Südamerika; saugt Nachts größeren Säugethieren und auch wohl schlafenden Menschen Blut aus. (Figur 15 zeigt den Kopf eines Vampyrs.)

4) **Große Hufeisennase** (Rhinolophus ferrum equinum) Die querstehende Haut an der Stirn etwas kürzer als das Hufeisen; Körper $2^{1}/_{2}$ Zoll, Schwanz von $^{3}/_{4}$ Länge des Unterarms und Körpers, klaftert 12 Zoll; Deutschland. Ferner sind zu erwähnen: der rauchbraune spätfliegende Abendflatterer (Vesperugo serotinus), welcher mit 32 Zähnen und

Figur 16.



schmalen Ohrdeckeln versehen ist. Die gemeine Fledermaus (Vespertilio murinus), deren Ohren länger als der Kopf und Ohrendeckel lanzettlich sind; das braunschwarze Kurzmaul (Synotus barbastellus).

Zweite Familie. **Pelzflatterer** (Dermoptera). Flughaut beiderseits behaart, nicht zurückschlagbar gegen den Leib; Vorderfüße kaum länger als die Hinterfüße. Leben von Früchten und Insekten, während die Fledermäuse nur von Insekten leben. Umfaßt den fliegenden Maki (Galeopithecus rufus oder Lemur volans; siehe Figur 16 auf der vorhergehenden Seite), rothgrau, unten rostfarbig; Molukken.

Sechste Ordnung. Insektenfresser oder Insektivoren (Insectivora).

Gliedmaßen endigen handförmig. Der Mund meist rüsselförmig, ist mit dreierlei, zum Zermalmen eingerichteten Zähnen versehen; sie leben meistens unter der Erde. Drei Familien.

Erste Familie. Die **Igel** (Erinacei). Körper mit Stacheln oder steifen Borsten versehen. Vorderzähne frei. 4 Gangfüße. Schwanz entweder kurz oder fehlend.

1) **Igel** (Erinaceus). Mit Stacheln, kurzem Schwanz, kleinen Eckzähnen; lebt von Würmern, Insekten, Mäusen, Fröschen und Früchten; hält Winterschlaf; kugelt sich durch seine starken Hautmuskeln zusammen.

Der gemeine Igel (E. europaeus). Mit kurzen Ohren, braunen Stacheln, welche mit weißen Spitzen versehen sind; 10 Zoll lang; Schwanz über halbe Kopflänge; Körper unten braun.

Langohriger Igel (E. auritus). Ohren länger; Schwanz weit unter halber Kopflänge; Körper unten weiß; Südrußland und Asien.

2) **Borsten-Igel** (Centetes). Mit Borsten und einzelnen biegsamen Stacheln, ohne Schwanz; kann sich nicht einkugeln; Madagascar. Zählt 3 Arten, die größte derselben ist der Tanrek, welcher nur am Halse, Nacken und Hinterkopfe mit Stacheln versehen ist.

Zweite Familie. **Spitzmäuse** (Soricina). Körper behaart, Eckzähne klein, Vorderzehe frei; mit vier Gangfüßen und langem Schwanz.

1) **Spitzmaus** (Sorex). Mit rüsselartig verlängertem Munde, kleinen Ohrmuscheln, freien Zehen; lebt von Insekten, Würmern, todten Mäusen, aber frißt nie Pflanzen. 20 Arten, von denen in Europa etwa 6 Arten leben, z. B. die Haus-Spitzmaus (S. araneus). Oben drei Backenzähne; rostbraun, unten weißlich. Körper $2^1/_2$ Zoll lang; Schwanz $1^1/_2$ Zoll lang. Ferner die gemeine Spitzmaus (S. vulgaris; siehe Fig. 17). Kurz behaart,

Figur 17.



Schwanz kürzer als der Rumpf, Augen mitten zwischen Ohröffnung und Nasenspitze. Körper 2 Zoll 7 Linien, Schwanz 1 Zoll 8 Linien lang.

Die Wasser-Spitzmaus (S. fodiens). Füße an den Zehen mit Reihen steifer Schwimmborsten; schwarzbraun, unten weißlich. Körper fast 3 Zoll lang; Schwanz unten mit einem Kiele langer Haare versehen.

Die weißzähnige Spitzmaus (S. leucodon). Farbe des Rückens und Bauches scharf geschieden; dunkel, röthlichbraun, unten weiß; Schwanz kürzer als die halbe Körperlänge, Körper 3 Zoll lang.

2) **Rüsselmaus** (Myogale). Mund mit langem, aus 2 knorpeligen Röhren bestehendem Rüssel, ohne Ohrmuscheln; sämmtliche Füße mit Schwimmhäuten versehen. Hierher gehören der Bisamrüßler (M. moschata), von schwärzlicher oder rothbrauner Farbe und die weit kleinere pyrenäische Rüsselmaus (M. pyrenaica).

3) **Rohrrüßler** (Macroscelides). Mund mit langem dünnem Rüssel; die Hinterbeine sind länger als die Vorderbeine; daher hüpfend.

Dritte Familie. **Maulwürfe** (Talpina). Die Vorderfüße stellen starke schaufelförmige, nach außen gestellte Grabfüße vor; das äußere Ohr fehlt; der Körper ist behaart.

Die Gattung Talpa, Maulwurf, mit zugespitztem Rüssel und breiten, nach außen gewendeten Vorderpfoten, umfaßt den gemeinen Maulwurf (T. europaea), welcher mit fleischfarbigen Grabfüßen versehen ist, und den blinden Maulwurf (T. coeca), welcher kleiner ist und dessen Augen von der Körperhaut ganz überzogen sind.

Außerdem sind hier aufzuführen: der Wassermaulwurf (Scalops aquaticus), der Sternmaulwurf (Condylura), dessen Rüssel mit sternförmigen Knorpelstrahlen versehen und dessen Schwanz nackt und rattenartig erscheint. Ferner der Goldmaulwurf (Chrysochloris). Der Ch. capensis ist braun mit metallisch glänzenden Haarspitzen, wodurch er sich von allen Säugethieren unterscheidet.

Siebente Ordnung. Die Nagethiere (Glires).

Diese Thiere sind mit starken Schneidezähnen bewaffnet, ebenfalls mit Backenzähnen versehen, aber es fehlen ihnen die Eckzähne; der Bau derselben ist zum Zernagen von Früchten, Wurzeln und Rinden eingerichtet; die Gliedmaßen führen Nägel. Diese Ordnung zerfällt ebenfalls wieder in mehrere große Familien.

Erste Familie. **Eichhornähnliche Nagethiere** (Sciurina). Meist zierliche und muntere Thierchen, welche namentlich auf Bäumen und in Baumlöchern leben. Ihre Nahrung besteht besonders in Kernen und Früchten. Hierher gehören:

Das Murmelthier (Arctomys). Mit großen Krallen zum Graben von Höhlen, kurzen Ohren. Körperbau plump mit kurzen Beinen. Tritt in Europa in 2 verschiedenen Arten auf, und zwar als polnisches M. (A. Bobuc) und als Alpen-M. (A. marmota), von denen das erstere graurostgelb, das letztere roströthlichbraun aussieht.

Der Siebenschläfer (Myoxus). Mit kurzen Ohren, Schwanz buschig, gleichmäßig behaart. Mit verschiedenen Abarten.

Die Haselmaus (Myoxus avellanarius). Gelbroth, 3 Zoll lang. Mittel- und Südeuropa.

Das Eichhörnchen (Sciurus vulgaris). Mit langen Ohren, zweizeilig behaartem Schwanze.

Das fliegende Eichhörnchen (Sc. volans oder Pteromys volans). Mit fast zweizeiligem Schwanze; bläulichgrau; Flughaut am Vorderarm mit gerundetem Lappen. Sibirien.

Das gestreifte Backenhörnchen (Tamias striatus). Mit kurzen Ohren und Backentaschen; rothbraun, mit 5 schwärzlichen Längsstreifen. Sibirien und Amerika.

Zweite Familie. **Mäuse** (Murina). Die eigentlichen Mäuse sind sämmtlich klein, leben in Gängen, die sie in die Erde graben, und gehen des Nachts ihrer Nahrung nach, die vorzugsweise in Kernen und Wurzeln besteht. Hierher gehören z. B.:

Die Feldmaus (Hypudaeus arvalis). Gelblichgrau, am After weiß.

Die Wasserratte (Hyp. amphibius). Graubraun, bisweilen schwärzlich; 6 bis 7 Zoll langer Körper mit 3 Zoll langem Schwanze; Ohren durch einen Deckel verschließbar.

Die Waldmaus (Mus sylvaticus). Bräunlichgrau, unten weiß. Die Hausmaus (M. musculus). Die Hausratte (M. rattus).

Die Wanderratte (M. decumanus). Von röthlichgrauer Farbe, hat zwischen den kurzen Haaren doppelt längere Borstenhaare. Zehn Zoll langer Körper mit $7^1/_2$ Zoll langem Schwanze. Aus Asien eingewandert.

Der nordische Lemming (Lemmus norwegicus). Von rostgelber Farbe mit großen schwarzen Flecken.

Figur 18.



Der Hamster (Cricetus frumentarius; siehe Fig. 18). Rothgelb, unten schwarz; Halsseiten mit 3 gelblichen Flecken. 9 Zoll lang, mit Backentaschen; muthig und beißend. Seine großen Backentaschen dienen ihm dazu, um seinen Vorrath für den Winter einzusammeln. Er ist eine lästige Landplage Deutschlands.

Dritte Familie. Die **Maulwurfsmäuse** (Cunicularia). Kein äußeres Ohr, Schwanz kurz oder fehlend; sie leben unterirdisch, z. B. der Blindmaulwurf (Spalax typhlus), von röthlich-aschgrauer Farbe. Kopf breiter als der Rumpf. Rußland und Ungarn.

Vierte Familie. Die **Hasen** (Leporina). Sie zeichnen sich durch ihre langen Ohren und langen Hinterbeine aus, mit deren Hülfe sie im Stande sind, sehr große Sprünge zu machen. Mehrere liefern sehr wohlschmeckendes Fleisch und gutes Rauchwerk. Schwanz sehr kurz oder fehlend; Hinterfüße vierzehig. Hierher gehören: der gewöhnliche Hase (Lepus timidus) und das Kaninchen (L. cuniculus); der Seidenhase oder das angorische Kaninchen mit langen Seidenhaaren ist eine Abart.

Der **Pfeifhase** (Lagomys alpinus), welcher in Sibirien zu Hause ist hat sehr kurze Ohren und ist rostgelb.

Fünfte Familie. **Wollhasen** oder **Hasenmäuse** (Lagostomi). Sind mit sehr langem Schwanze versehen und leben unterirdisch. Hierher gehört die Wollmaus (Eriomys laniger), grau, oben schwarzgrau gewellt; Peru; der Springhase (Pedetis caffer), rostbräunlich, Schwanz spitz, schwarzbraun, die Vorderbeine mit großen Sichelkrallen versehen; am Cap; die Springmaus (Dipus), Vorderbeine sehr kurz, Hinterbeine sehr lang, Schwanz lang, am Grunde behaart, mit zweizeiligem Endquaste. In Europa kommen 2 Arten vor.

Sechste Familie. **Halbhufer** (Subungulata). Bewohner Südamerikas. Mit stumpfen, fast hufartigen Nägeln, kurzen Ohren. Schwanz kurz oder fehlend. Hierher gehört das Meerschweinchen (Cavia), mit gleich langen Backenzähnen versehen, ohne Schwanz; Vorderfüße vierzehig, Hinterfüße vier- bis dreizehig. Das Meerschweinchen (C. cobaya) ist unregelmäßig weiß-schwarzbraun und rothgelb gefleckt und lebt als munteres geselliges Hausthier in Europa; ist aus Brasilien zu uns gebracht worden, lebt dort aber nicht mehr wild. Der Aperea (C. aperea) ist rostroth und schwarzbraun; lebt in Südamerika. Ferner das Flußschwein (Hydrochoerus capybara), das Steißthier (Dasyprocta).

Siebente Familie. Die **Schwimmfüßer** (Palmipedia). Die hierher zu zählenden Nagethiere zeichnen sich durch die Schwimmhäute an ihren Hinterfüßen aus; ihr Körper ist mit doppelter Behaarung versehen.

Der **Biber** (Castor). Die Hinterfüße sind mit ganzen Schwimmhäuten begabt; der Schwanz ist plattgedrückt, oval, zum Rudern geeignet, mit großen Schuppen besetzt; an den Geschlechtstheilen befindet sich eine Drüsentasche zur Absonderung des als Arzneimittel namentlich früher sehr geschätzten Bibergeils. Er legt am Wasser wohnend sorgfältig gebaute Wohnungen an, welche die Gestalt eines Backofens und einen Ausgang nach dem Wasser haben. In Deutschland ist er so gut wie ausgerottet, dagegen findet er sich noch häufig im nördlichen

Amerika und Asien. Er wird wegen seines Pelzwerkes und des Bibergeils sehr geschätzt.

Figur 19.



Der in Europa und Asien lebende **gemeine Biber** (C. fiber) ist braun, ins Röthliche oder Gelbliche; der Wollpelz grau bis silberweiß. (S. Fig. 19.)

Der **canadische** oder **amerikanische Biber** (C. f. canadensis) wird nur als eine Spielart des vorigen betrachtet.

Außerdem gehören hierher: die **Biberratte** (Myopotamus; M. coypus) in Südamerika; die **Schwimmmaus** (Hydromys).

Achte Familie. **Stachelschweine** (Aculeata). Körper mit Stacheln begabt; Zehen und Schwanz verschieden gebildet.

Figur 20.



Das **gemeine Stachelschwein** (Hystrix cristata) besitzt Vorderfüße mit großen Grabkrallen und im Nacken eine lange Mähne von Borstenhaaren; die Stacheln sind schwarzbraun und weiß geringelt, am Schwanze kürzer; Schwanz kurz und stachlig. Es kann die Stacheln sträuben und damit rasseln. Südeuropa und Afrika. Ferner sind zu erwähnen:

Die **Stachelratte** (Loncheres), welche in verschiedenen Arten in Südamerika lebt; das **Borstenschwein** (Erethizon); der **Greifstachler** (Cercolabes).

Achte Ordnung. Die Zahnlosen oder Zahnlücker (Edentata).

Diese Thiere sind besonders durch den Mangel an Zähnen am vordern Theile des Mundes charakterisirt. Der Kauapparat besteht nur aus Eck- und Backenzähnen, mitunter fehlen aber selbst diese; daher nähren sich die Thiere die-

ser Ordnung von weichen Insekten. Sie scheinen den Uebergang von den Säugethieren mit Nägeln zu denen mit Hufen zu bilden, denn ihre Klauen sind stark entwickelt und umschließen einen großen Theil der Zehenspitzen.

Diese Ordnung zerfällt in drei Familien, die Faulthiere, Gürtelthiere, Wurmzüngler.

Erste Familie. **Faulthiere** (Tardigrada oder Bradypoda). Der Körper ist mit langen dünnen Haaren besetzt. Kopf rundlich; Mund kurz; Zehen ganz in der Haut versteckt, aber mit Sichelkrallen versehen.

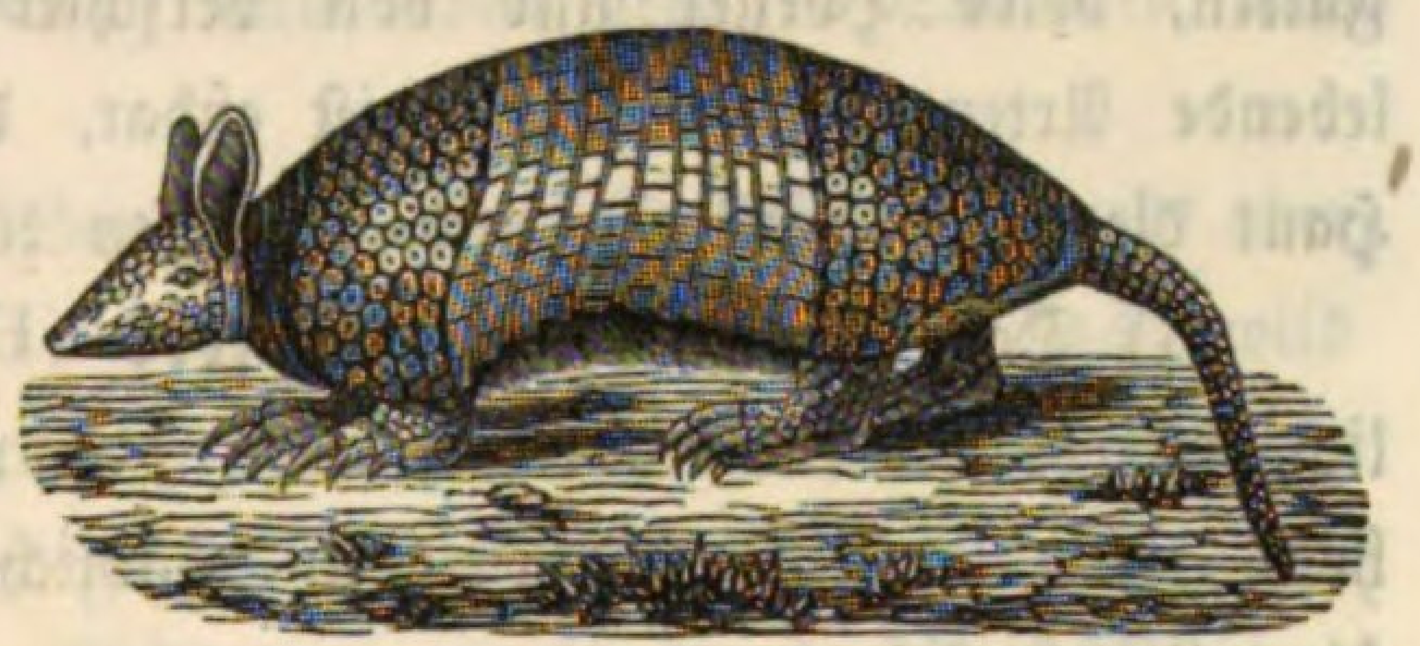
Das gemeine **Faulthier** (Bradypus pallidus oder tridactylus). Hellgelbgrau, Gesicht dunkler, Rücken heller gescheckt. Brasilien.

Ferner sind zu erwähnen: das Kapuzenfaulthier (B. cuculliger), das Kragenfaulthier (B. torquatus), das große Faulthier (Cholopus didactylus). Sämmtlich Bewohner des südlichen Amerikas.

Zweite Familie. Die **Gürtelthiere** (Cingulata). Körper mit einem Gürtel gepanzert. Mund lang, spitz, rüsselartig.

Das **Riesen-Gürtelthier** (Dasypus gigas). Die Schildchen des gürteligen Panzers bilden rechtwinklige Vierecke, Schwanz ziegeldachartig beschuppt. Das Roll-Gürtelthier (D. Apar), welches sich zusammenrollt. Das langschwänzige Gürtelthier (D. longicaudatus oder Peba; schwarzer Tatu; siehe Fig. 21) ist die gemeinste Art in Guiana und Mexiko. Hat sehr große Ohren. Das Fleisch ist wohlschmeckend und das Thier wird oft im eigenen Panzer gebraten.

Figur 21.



Das **Panzerthier** (Chlamydophorus). Nur auf dem Kopfe und Rücken mit einem Panzer aus querlaufenden Reihen von lederartigen Gürteln bedeckt; ohne äußeres Ohr. Die einzige Art ist der Schildwurf (C. truncatus). Etwa von der Größe eines Maulwurfs, mit weißer Bauchseite. An den Grenzen Chilis.

Dritte Familie. **Wurmzüngler** (Vermilinguia). Die bemerkenswerthen hierher gehörenden Gattungen sind der mit lang und zottig behaartem Körper, zahnlosem Munde, kurzen Ohren versehene Ameisenfresser (Myrmecophaga) Südamerikas und das Schuppenthier (Manis) in Asien und Afrika, dessen Körper mit ziegeldachig-hornartigen Schuppen bedeckt ist.

Neunte Ordnung. **Die Dickhäuter** (Pachydermata).

Hierher gehören sämmtliche Säugethiere mit Hufen. Der Magen ist nicht zum Wiederkäuen eingerichtet, ihre Haut zeichnet sich, wie der Name sagt, durch

eine besondere Dicke aus und ist dünn behaart; ihre Zehen, deren 2 bis 5 vorhanden sind, stecken einzeln in Hufen, einige haben getheilte Hufe, andere dagegen nur einen Huf, weshalb man diese letztern auch wohl Einhufer nennt und in eine besondere Ordnung zu bringen pflegt. Manche Dickhäuter zeichnen sich dadurch aus, daß ihre Nase in einem langen vorstreckbaren Rüssel ausgebildet ist, und werden daher Rüsselthiere genannt.

Erste Unterordnung. **Vielhufer** (Multungula).

Dickhäuter mit 3—5 unbehaarten Zehen, jede von einem Huf umgeben; Körperhaut dick, schwielig, dicht behaart oder mit spärlichen Borsten; Backenzähne groß, mit breiter Kaufläche.

Erste Familie. **Eigentliche Dickhäuter** (Pachydermata). 3—4zehige Füße, treten mit allen Zehen auf, sind durch ihr Skelet und mehrfachen Magen den Wiederkäuern ähnlich.

1) Das **indische Nashorn** (Rhinoceros indicus). Ohne Rüssel, plump, mit einem Horne, faltiger Haut, ohne Höcker, 12 Fuß lang, 6—7 Fuß hoch. Ostindien.

2) Das **afrikanische** oder **zweihörnige Nashorn** (R. bicornis). Lebt in Südafrika, hat eine etwas vorstehende Schnauze. Rumpf ohne bestimmte Falten, beide Hörner sind von verschiedener Länge. Im Ganzen giebt es 7 lebende Arten. Das Fleisch ist eßbar, die Hörner dienen zu Trinkgefäßen, die Haut dient zu Schildern und Peitschen &c. Im Ganzen friedliche Thiere.

3) Das **Fluß-** oder **Nilpferd** (Hippopotamus amphibius). Schwärzlich, mit breiter und dicker Schnauze, plump. Haut haarlos, 12 Fuß lang, 7 Fuß hoch, scheu, aber in Fruchtfeldern schädlich. Lebt in den Strömen Afrikas, wiegt über 3000 Pfund.

4) Der **amerikanische Tapir** (Tapirus americanus). Braun, von der Größe eines Esels, mit starker Nackenmähne. Nase in einen kurzen Rüssel verlängert, vorn 4, hinten 3 Zähne; liefert schmackhaftes Fleisch und lebt an den Gewässern Amerikas.

5) Der **Klippendachs** (Hyrax). Mit 3 lebenden Arten, lebt im tropischen Afrika und Arabien, ist von gelblich-graubrauner Farbe, hat eine gespaltene Oberlippe, stark verwachsene Zehen und vorn abgestutzte Nägel. Dicht behaart. Flinke, harmlose Thiere, leicht zähmbar. Die syrische Art in der Nähe des rothen Meeres ist die häufigste.

Zweite Familie. **Rüsselthiere** (Proboscidea). Mit langem Rüssel und Stoßzähnen, an allen Füßen 5 von der Haut umhüllte Zehen. Größte Land-Säugethiere.

1) Der **Elephant** (Elephas). Mit einem 5—8 Fuß langen beweglichen Rüssel und zwei 4—6 Fuß langen hervorragenden Stoßzähnen. Am Rüssel zwei große

Nasenlöcher und einen fingerförmigen Vorsatz zur Erleichterung des Greifens. Der Rüssel dient ihm zum Saufen und mancherlei Fertigkeiten, aber auch als Waffe, denn er ist im Stande, mit demselben den stärksten Tiger niederzuschmettern.

a. Der asiatische oder indische Elephant (E. indicus). Hat einen länglichen Kopf, hohle Stirn, verhältnißmäßig kleinere Ohren als der afrikanische. Die Backenzähne sind auf der Kaufläche mit wellenförmigen querlaufenden Schmelzleisten versehen. 12—16 Fuß lang, 8—12 Fuß hoch, 70,000 Pfund schwer. Diese Elephanten leben heerdenweise, zerstören die Plantagen, sind leicht zähmbar und werden auch zur Bebauung der Felder benutzt. Die Zähne sind als Elfenbein geschätzt.

b. Der afrikanische Elephant (E. africanus). Mit gewölbterem Kopfe und erhabenerer Stirn. Ohren fast doppelt so groß. Backenzähne mit rautenförmigen Schmelzleisten versehen. 10 Fuß, selten 18 Fuß lang. Wird wegen des Fleisches und des Elfenbeins gejagt. Im Alterthume wurde er im Kriege benutzt.

Als hierher gehörende vorweltliche Thiere sind anzuführen: das Mammuth (E. primigenius), das Ohiothier (Mastodon giganteum) und das Dinotherium.

Dritte Familie. Die **Schweine** oder **Borstenthiere** (Setigera oder Zygodactyla). Haut mit Borsten versehen. 4 Haupt- und 2 Seitenzehen; fressen alles Genießbare (Omnivora) und leben gern in Sümpfen und Koth.

1) Das **gemeine Wildschwein** (Sus scrofa). Schwarzbraun, mehr oder weniger mit Gelb oder Weiß gemischt. 5—6 Fuß lang, vorn $2^1/_2$ Fuß hoch, wild und muthig. Das männliche Schwein heißt Keiler oder Eber, das weibliche Bache. Die Jungen oder sogenannten Frischlinge sind gelblich, schwarz und braun gestreift. Sie leben rudelweise in Wäldern und schaden durch ihr Wühlen. Ihr Fleisch und Speck ist beliebt.

Das Hausschwein (S. sc. domesticus). Stammt vom vorigen ab und variirt in verschiedenen Spielarten, z. B. das chinesische Schwein, welches sich durch viel kürzere Beine auszeichnet und ebenfalls schon hier und da bei uns als Hausthier benutzt wird.

2) Der **Hirscheber** (Porcus babirussa). Graubraun. Zeichnet sich dadurch aus, daß die Augenzähne beim Männchen sehr lang aufwärts hornförmig und nach hinten gekrümmt sind. Schwanz mit buschiger Spitze; $3^1/_2$ Fuß lang, 2 Fuß hoch. Liefert schmackhaftes Fleisch und lebt auf den Molukken. Ferner sind zu erwähnen: das zweischnauzige Bisamschwein (Dicotyles labiatus), von braunschwarzer Farbe, welches in großen Rudeln in Südamerika lebt, oft die Pflanzungen verwüstet, aber schmackhaftes Fleisch liefert. Das am grünen Vorgebirge lebende boshafte und gefährliche Larvenschwein (Phacochoerus africanus).

Zweite Unterordnung. **Einhufer** (Solidungula).

Die hierher gehörende Gattung zeichnet sich dadurch aus, daß sie nur einen Huf hat und zwei äußere Zehen unter der Haut verstümmelt erscheinen.

Das **Pferd** (Equus caballus). Kommt in Südamerika und Mittelasien oft in großen Heerden verwildert vor und tritt in vielen Spielarten auf, unter denen besonders das arabische und englische Pferd hervorzuheben ist.

Das von dem weiblichen Pferde und männlichen Esel herstammende Thier nennt man Maulthier, dagegen das von dem weiblichen Esel und männlichen Pferde abstammende Thier nennt man Maulesel. — Hierher gehört auch der bekannte langohrige Esel (E. asinus), welcher in den Wüsten Mittelasiens wild vorkommt, und das in Südafrika lebende Zebra (E. zebra; siehe Fig. 22), überall mit schwarzen u. weißen Querstreifen versehen, etwas größer als der Esel; schwer zähmbar. Das Quagga (E. quagga) ist etwas kleiner und von kastanienbrauner Farbe.

Figur 22.



Zehnte Ordnung. **Wiederkäuer** (Ruminantia).

Die Thiere dieser Ordnung unterscheiden sich von allen andern durch vier zum Wiederkäuen eingerichtete Magen. Ferner haben sie einen gespaltenen Fuß oder zwei mit Hufen umkleidete Zehen und meist noch zwei kleinere nicht auftretende Afterklauen hinter denselben. Sie ermangeln vorn am Oberkiefer der Zähne und sind wesentlich Pflanzenfresser. Nur bei dieser Ordnung finden wir Thiere, deren Stirn mit Hörnern, durch eine Knochenachse unterstützt, bewaffnet ist. Sie zerfällt in 4 Familien.

Erste Familie. **Kameele** oder **Schwielensohler** (Tylopoda).

Ohne Hörner und Afterklauen, mit langem Halse. Blättermagen klein, mit gespaltener Oberlippe.

1) Das **Kameel** (Camelus). Zehen durch breite schwielige Sohlen verwachsen, mit Fetthöcker. Hat noch eine fünfte Abtheilung des Magens.

a. Das Kameel oder Trampelthier (C. bactrianus). Mit zwei Fetthöckern, 12 Fuß lang und 6 Fuß hoch. In den Steppen Mittelasiens verwildert und in Ost- und Mittelasien Hausthier.

b. Dromedar (C. dromedarius). Mit einem Fetthöcker, etwas kleiner; in Südafrika und Nordasien als Hausthier. Dient besonders als Lastthier.

Figur 23.



2) Das **Lama** oder **Schafkameel** (Auchenia lama; siehe Fig. 23). Kastanienbraun und grobhaarig, Hirschgröße, ohne Fetthöcker, ohne schwielige Sohlen, mit langen Klauen. Gezähmt in großen Heerden, welche als Lastthiere dienen. Fleisch und Milch sind sehr beliebt. Liefert Wolle zu grobem Tuch und die Häute geben dauerhaftes Leder. Peru und Chili. Besondere Abarten sind: Das Vigognethier (A. vicunia). Mit kürzerer Schnauze, von der Größe eines Schafes. Braungelb, Kopf und Ohren kleiner; liefert sehr kostbare Wolle, welche zu den feinsten Zeugen benutzt wird. Lebt wild auf den höchsten Anden. Das röthlichbraune Guanako (A. huanaco). Von der Größe des Lamas, mit schwärzlichem Gesichte. Lebt in Rudeln von 5 — 7 Stück auf den Cordilleren Perus. Das Alpako oder Zwerglama (A. alpaco). Kopf und Beine kürzer als beim Lama. Liefert ausgezeichnet feine Wolle, ganz weiße oder schwarze. Von Mittelperu bis Bolivia.

Zweite Familie. **Abschüssige Wiederkäuer** (Devexa). Mit langen Vorder- und kurzen Hinterbeinen und sehr langem Halse. Nur eine Gattung, nämlich die **Giraffe** (Camelopardalis giraffa). Gelblichweiß, rostbraun gefleckt, Schwanz mit Endquaste. 6 Fuß lang und vorn 18 — 20 Fuß hoch.

Dritte Familie. Die **Hirsche** (Cervina). Schnelle furchtsame Thiere mit einem abwerfbaren soliden Geweih, welches dem Weibchen häufig und beim Moschusthier dem Männchen und Weibchen immer fehlt. Afterklauen; häufig Eckzähne im Oberkiefer. Die schönsten und zierlichsten Wiederkäuer.

Der **Hirsch** (Cervus). Mit einem ästigen soliden Geweih oder Gehörn, welches dem Weibchen, mit Ausnahme des Rennthiers, immer fehlt und jährlich im Winter abgeworfen wird. Das neu aufgesetzte Geweih ist Anfangs weich und behaart, wird aber abgestreift.

1) Das **Reh** (C. capreolus). Fast schwanzlos. Geweihe dreisprossig, aufrecht, bräunlich, $3^1/_2$ Fuß lang, vorn 2 Fuß und hinten 2 Fuß 4 Zoll hoch. Das Weibchen heißt, bis es Junge werfen kann, Schmalthier. Fleisch, Haut und Haare sehr geschätzt.

a. Der Edelhirsch oder Rothhirsch. Mit kahler Nase, einem blaßgelben Schwanze, welcher halb so lang als die Ohren ist. Das Geweih ist vielsprossig, zurückgebogen. Von bräunlicher Farbe. Wirft sein Geweih im Februar ab.

Europa und Mittelasien. Das männliche einjährige Kalb wird Spießer genannt.
Ferner gehören hierher:

b. Der Dammhirsch (C. dama), mit einem an der Spitze breiten, schaufelförmigen Geweih. Rücken weiß gefleckt. Im Winter einfarbig. Südeuropa.

c. Das Elenthier (C. alces; siehe Fig. 24), mit behaarter Nase, Geweih vom Grunde an flach, dreieckig-schaufelförmig. Aschgrau, von der Größe eines Pferdes. Das Männchen ist an der Kehle mit einem Barte versehen. Im nordöstlichen Europa.

d. Das Rennthier (C. tarandus; s. Fig. 25). Ein Einwohner des hohen Nordens, wo es wild und gezähmt vorkommt. Ist dort unentbehrlich zum Ziehen und Lasttragen. Von braungrauer Farbe, am Maule jedoch weiß. $6\frac{1}{2}$ F. lang und fast 4 Fuß hoch. Mit behaarter Nase. Das Geweih ist am Grunde und an der Spitze handförmig-ästig. Hals mit langer Mähne versehen.

2) Das **Moschusthier** (Moschus moschiferus; siehe Fig. 26). Von der Größe eines Rehes. Graubraun mit zwei weißen Halsstreifen. Nordasien. Eine Drüsentasche (Moschusbeutel) des Männchens liefert den zu Arzeneien und Par-

Figur 24.



Figur 25.



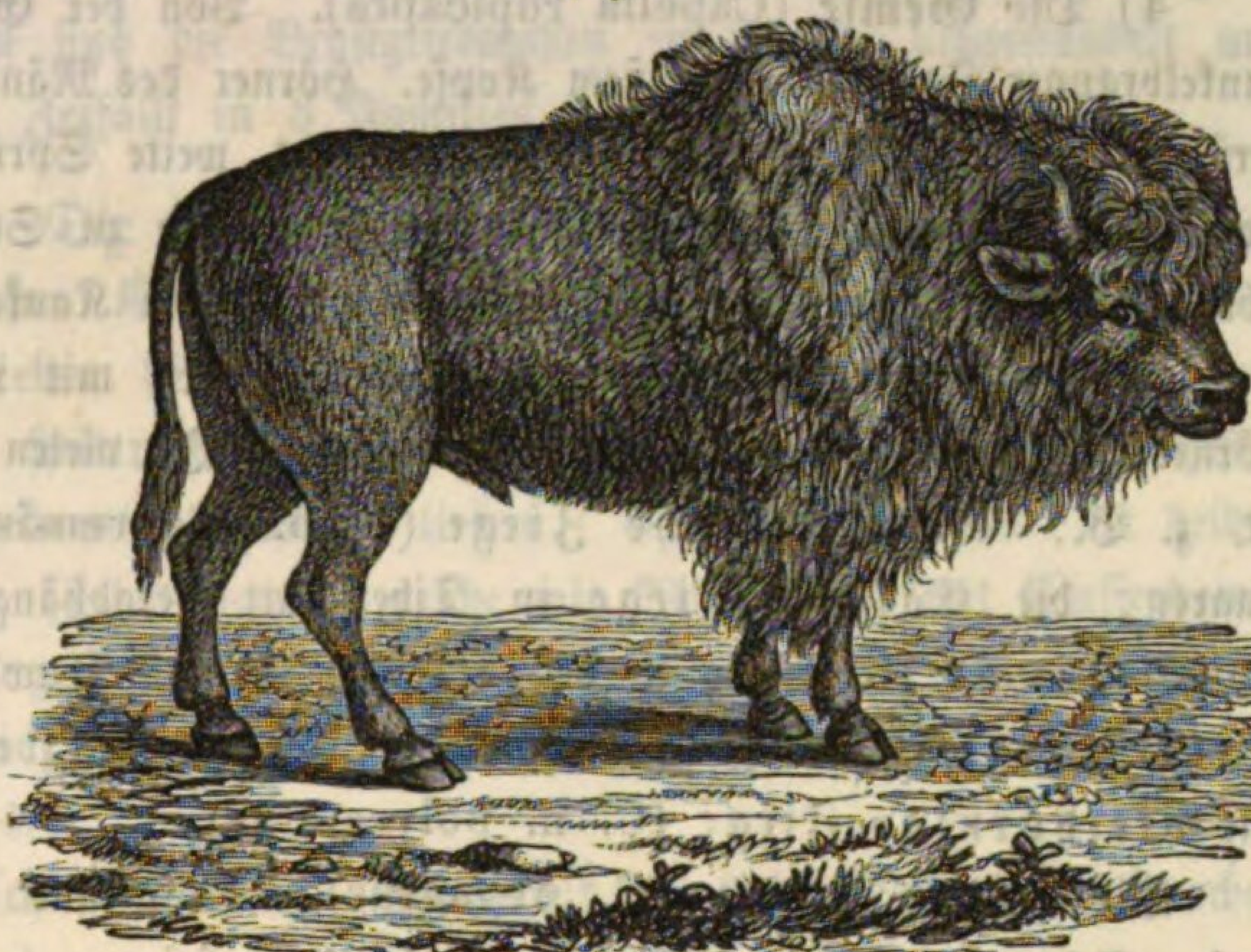
Figur 26.



fümen benutzten stark riechenden Moschus. Außerdem ist noch der Zwerghirsch (M. pygmaeus), der kleinste aller Wiederkäuer, zu erwähnen.

Vierte Familie. **Hornthiere, Hohlhörner** (Cavicornia). Mit hohlen nicht abwerfbaren Hörnern. Hierher gehört der gleichmäßig kurz behaarte Ochs oder Stier (Bos taurus) mit seinen verschiedenen Arten, wie z. B. der Büffel (B. bubalus) mit gewölbter kraushaariger Stirn. Hörner am Grunde zusammengedrückt und runzlig, nach hinten gebogen. Größer als der Ochs. In Italien, Ungarn als Hausthier, in Ostindien wild.

Figur 27.



1) Der amerikanische **Büffel** oder **Bison** (B. americanus oder bison; siehe Fig. 27). Mit kurzen weit auseinanderstehenden Hörnern. Vorderleib langzottig. 8 F. lang, 5 F. hoch. Mit einem Höcker auf dem Widerrüst. Nordamerika heerdenweise.

Der Kaffern-Ochs oder Kafferscher Büffel (B. caffer). Mit am Grunde sehr breiten Hörnern, welche an der Stirn zusammenstoßen.

Der Buckelochs, mit einem Fetthöcker, auch Zebu genannt, ist sehr verbreitet.

Der Auerochs (B. urus). Mit gewölbter Stirn und nackter Schnauze; Vorderleib mit langen krausen zottigen Haaren besetzt. 9 Fuß lang und 6 Fuß hoch. Ist das größte Säugethier Europas und fand sich früher auch in Deutschland, jetzt nur noch in Lithauen.

Der Bisamstier (B. moschatus). Ist am ganzen Leibe mit langen schwarzbraunen Haaren besetzt, hat kurze Beine und die Hörner stoßen auf der Stirn mit breiter Wurzel zusammen.

2) Das **Gnu**. Ein Bewohner Südafrikas, von der Größe eines Esels, mit einer Mähne im Nacken und einem Pferdeschweif.

3) Die **Antilope** (Antilope leucoryx). Wohnt in Arabien. Ist von der Größe eines Hirsches, milchweiß mit bräunlichem Halse. Hörner sind etwas zurückgekrümmt. Als Abarten können angeführt werden: Die am rothen Meere lebende isabellfarbige Antilope mit geraden Hörnern (A. beisa) Beisa-Anti-

lope; ferner die in Nordafrika in Rudeln vorkommende Büffel-Antilope (A. bubalis), von gelblich dunkelbrauner Farbe, von der Größe eines Hirsches, mit stark leierförmig vor- und rückwärts gebogenen Hörnern; die reinweiße Addra-Antilope (A. dama) in Nordafrika und Nubien; der in großen Heerden in Afrika lebende Springbock (A. euchore). Röthlichbraun, am Hinterrücken und an der Vorderseite des Kopfes aschgrau oder weißlich. Die gemeine Gazelle (A. dorcas; Capra gazella), mit leierförmig gekrümmten Hörnern, hellbraun, mit dunkelbraunen Längsstreifen, unten weiß, von der Größe eines Rehes. Nordafrika. Das Einhorn (A. monoceros), in Tibet, mit einem aufrechten Horn auf der Stirn, und mehre andere Arten.

4) Die **Gemse** (Capella rupicapra). Von der Größe einer Ziege, von dunkelbrauner Farbe und weißem Kopfe. Hörner des Männchens sind angelförmig zurückgekrümmt. Ist bekanntlich sehr gewandt, weite Sprünge zu machen. Ihre Haut liefert schönes Leder und ihre Hörner werden zu Stockgriffen benutzt. Sie lebt auf den europäischen Alpen, Pyrenäen und am Kaukasus.

5) Die **Ziege** (Capra). Unter die Ziegen mit vorn gekielten glatten Hörnern gehört die Hausziege (C. hircus). In vielen Abarten sehr verbreitet, z. B.: die angorische Ziege (C. h. angorensis) mit langen seidenen Haaren; die Caschmirziege in Tibet mit herabhängenden Ohren (C. h. laniger), welche die Wolle zu den beliebten Caschmirshawls liefert; die ungehörnte Ziege (C. ecornis) in Spanien. Die Zwergziege (C. h. depressus). Die vielhörnige Ziege (C. h. polyceratus).

Die wilde Ziege (C. Aegagrus). Grau und röthlichgrau. Vorderkopf, Schwanz und eine Rückenlinie schwarz; Hörner langelliptisch, vorn mit breiter scharfer Leiste, rückwärts gekrümmt. Unter die Ziegen mit vorn knotigen flachen Hörnern gehört der Steinbock (C. ibex; Alpen-Steinbock; siehe Figur 28). Graugelb, unten weißlich, 4 Fuß lang. Hörner rückwärts gekrümmt, mit starken Querhöckern. Schweizer und Tyroler Alpen. Am Kaukasus kommt eine andere Art vor, deren Hörner im Querschnitt eiförmig sind.

Figur 28.



6) Das **Hausschaf** (Ovis aries). Ist in zahlreichen Abarten fast über die ganze Erde verbreitet. Die feinste Wolle liefert das Merinoschaf in Afrika und Spanien. Ferner sind

anzuführen: das **fettschwänzige** mit hängenden Ohren und einem 50 Pfund schweren Schwanze. Nordafrika, Tartarei, Krimm 2c.; das **fettsteißige Schaf** mit mehren Hörnern und hängenden Ohren. Mittelasien und Südrußland; das **engländische Schaf** ohne Hörner, aber mit feiner Wolle; die **Haidschnucke** mit schwarzbrauner grober Wolle.

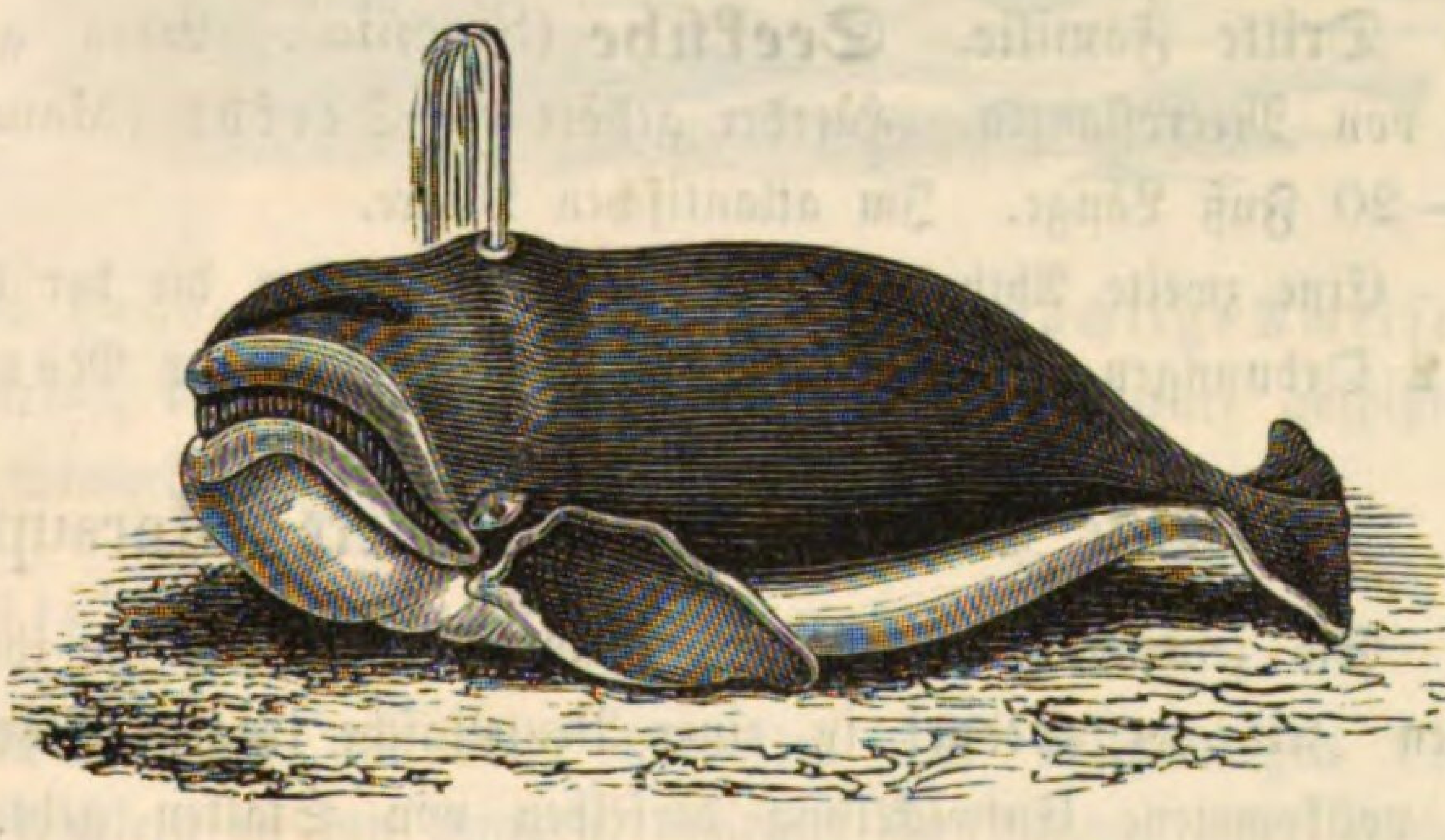
Gruppe der fischartigen Säugethiere umfaßt die Cetaceen oder Wallthiere (Cetacea).

Der ganze Bau ist für das Leben im Wasser geeignet, denn ihre Form ist mehr der eines Fisches als eines Säugethieres ähnlich. Die Bauchgliedmaßen fehlen, dagegen sind die Brustgliedmaßen in Flossen umgewandelt und ebenso der Schwanz. Zerfällt in 3 Familien.

Erste Familie. Die **Wallfische** (Balaenodea). Haben im Verhältniß zu ihrem großen Körper einen sehr kleinen Schlund, so daß sie nur von kleinen Fischen leben können. In der Jugend sind sie mit hinfälligen Kegelzähnen versehen, später statt dieser mit dünnen langen faserigen Hornplatten, welche das bekannte Fischbein liefern. Eigenthümlich sind die beiden getrennten Spritzlöcher (siehe Figur), welche mit Wasser oder mit Wasserdampf geschwängerter Luft angefüllt sind. Diesen Inhalt geben sie mit großem Geräusch von sich. Kleine Augen und versteckte Ohrenöffnungen liegen in der Nähe des Mundwinkels.

1) Der **Wallfisch** (Balaena). Ermangelt der Rückenflossen und Furchen am glatten Bauch (siehe Figur 29). Bemerkenswerthe Arten sind: der **grönländische Wallfisch** (B. mysticetus). Die Spritzlöcher haben 1 Fuß im Durchmesser, Kopf $1/3$ der Körperlänge. 60—70 F. lang, 1000—1500 Centner schwer, also das umfangreichste aller Thiere. Die Zunge ist 18 Fuß lang und 800 Pfund schwer; das bogig gespaltene Maul 10—12 Fuß hoch und 15—16 Fuß lang. Er hat in seinem Schwanze eine enorme Kraft, so daß er Schaluppen mit demselben fortschleudern kann. Ein mittelmäßiger Wallfisch liefert 120 Tonnen Thran aus dem Speck und mehre hundert Barten oder Fischbeinplatten, von denen eine jede 10—13 Fuß Länge entspricht. Der Werth

Figur 29.



eines Wallfisches ist von etwa 1500—4000 Thaler und darüber zu schätzen. Das Fleisch der jungen Thiere wird von den Eskimos gegessen. Die großen Unterkieferknochen findet man oft in Seestädten am Eingange von Gärten, indem sie die Stellen von Säulen vertreten. Die Därme sollen den Eskimos zu mancherlei Zwecken, so namentlich als Fensterscheiben, dienen.

Der südliche Wallfisch (B. australis) ist etwas kleiner; an den Küsten der südlichen Meere, namentlich an der Südspitze Afrikas, Amerikas und Neuhollands.

2) Der **Finnfisch** (Balaenoptera boops). Mit gefurchtem Bauche, etwa 54 Fuß lang, Spritzlöcher auf einem Höcker nahe bei einander befindlich, durch eine geschlossene Klappe verschließbar. In nördlichen Meeren.

Zweite Familie. **Delphine** (Delphinodea). Mit eingekeilten Zähnen, Nasenöffnung zu einem einzigen Spritzloche verengt. In allen europäischen Meeren. Hierher gehören: Der gemeine Delphin oder Tümmler (Delphinus delphis) mit schnabelförmigem Kiefer, dreimal länger als der Kopf. Im mittelländischen und atlantischen Meere oft schaarenweise. Das Meerschwein (D. phocaena); Kiefern so lang als der Kopf, nicht schnabelförmig. Etwa nur 4—5 Fuß lang. Der gemeine Pottfisch (Physeter macrocephalus); Bewohner des nördlichen und atlantischen Meeres; 60—70 Fuß lang. Spritzloch am Rande des Kopfes. In den Höhlen des Schädels findet sich der Wallrath in Form einer öligen Flüssigkeit, welche an der Luft zu einer weißen blättrigen Masse erstarrt, die zu Kerzen verwendet wird. Das gelblichweiße braungefleckte See-Einhorn (Monodon monoceros) lebt im Eismeere und ist etwa 20 Fuß lang. Mit einem 10 Fuß langen Zahne, welcher wie Elfenbein verarbeitet wird und früher als ein Horn betrachtet wurde.

Dritte Familie. **Seekühe** (Sirenia). Leben gesellig und nähren sich von Meerpflanzen. Hierher gehört die Seekuh (Manatus australis) von 8—20 Fuß Länge. Im atlantischen Meere.

Eine zweite Abtheilung der Säugethiere oder die der didelphischen zerfällt in 2 Ordnungen, in die der Beutelthiere und der Monotremen.

Erste Ordnung. Beutelthiere (Marsupialia).

Sie zeichnen sich besonders dadurch aus, daß sie ihre Jungen nach der ersten Zeit der Geburt in einer Beuteltasche tragen (siehe Figur), in welcher die vollkommene Entwickelung derselben von Statten geht. Sie leben theils von Fleisch, theils von Insekten und theils von Pflanzen. Man unterscheidet raubthierähnliche und fruchtfressende Beutelthiere. Zu den ersten gehört der sogenannte Rauhschwanz (Dasyurus macrourus), mit langhaarigem buschigem Schwanze (Neu-Südwales) und die Beutelratte (Didelphys), mit spitzer Schnauze, dünn behaartem schuppigen Schwanze. Zehen unverbunden. Mit abgerückten nagellosen Daumen (Hände). In verschiedenen Abarten. Amerika.

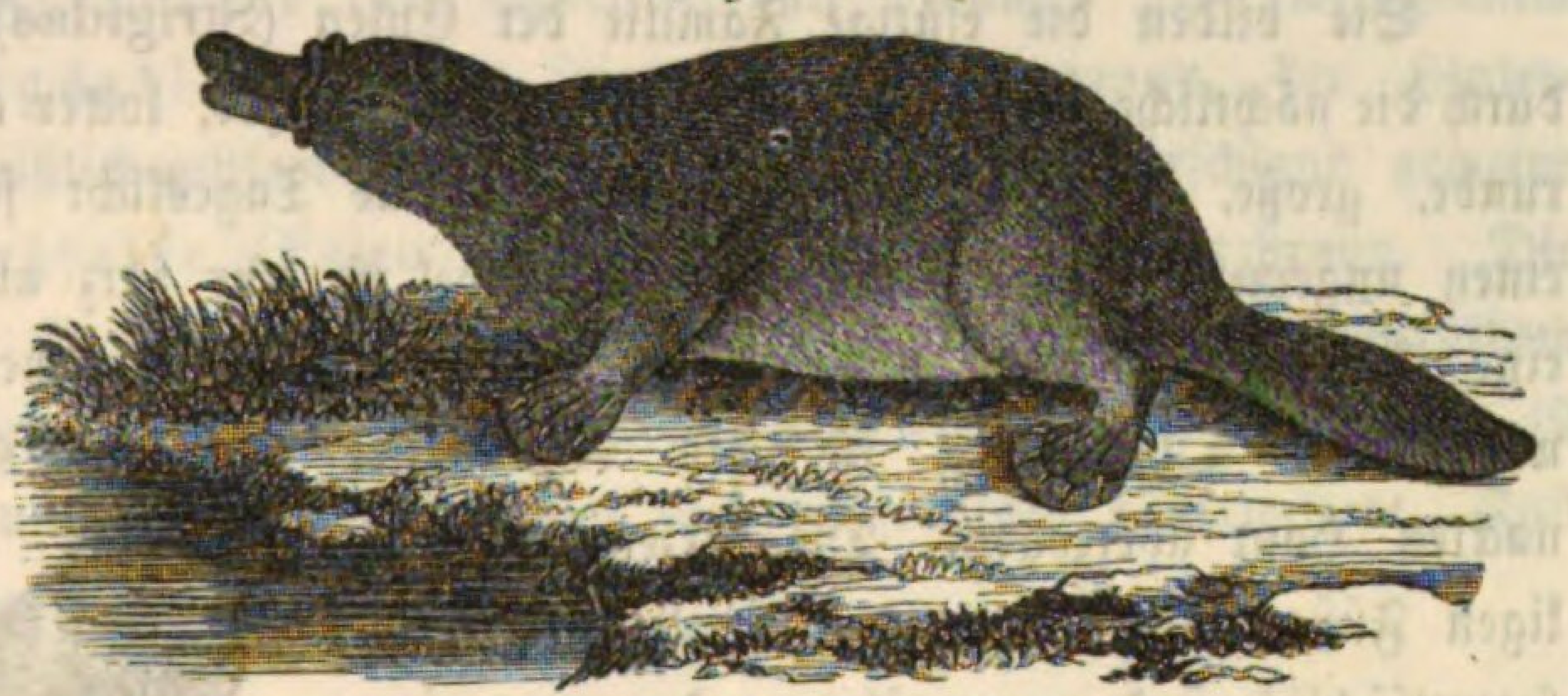
Unter den Fruchtfressern ist vorzugsweise das Känguruh (Halmaturus giganteus; s. Fig. 30) erwähnenswerth. Von bräunlichgrauer Farbe; 4 Fuß lang; mit einem 4 bis 5 Fuß langen Schwanze; langen zugespitzten Ohren. Springt 24 Fuß weit. Lebt in Neuholland heerdenweise.

Figur 30.



Die zweite Ordnung oder die der Monotremen bildet gewissermaßen den Uebergang von den Säugethieren zu den eierlegenden Wirbelthieren, denn der Darmkanal mündet in einen gemeinschaftlichen Kloak, ihr Zeugungsapparat ist sehr abweichend und der Kauapparat nur angedeutet. Hierher gehört das Wasser-Schnabelthier (Ornithorhynchus paradoxus; siehe Figur 31) mit röthlichen Haaren, schlicht oder schwarzbraun, kraus; Zehen mit Schwimmhäuten versehen; Schnauze einem Entenschnabel ähnlich. Das Land-Schnabelthier oder der freistachlige Ameisenigel (Echidna hystrix), dessen Rücken mit weißgelblichen, schwarz gespitzten, fast 2 Zoll langen Stacheln versehen ist. Neuholland.

Figur 31.



Zweite Classe. **Die Vögel** (Aves).

Warmblütige Wirbelthiere mit einer doppelten und vollständigen Luftathmung, welche nicht allein in den Lungen, sondern im Innern aller Leibestheile stattfindet; ihr Leib ist mit Federn bedeckt; sie legen hartschalige Eier und ihre Brustgliedmaßen sind in Form von Flügeln zum Erheben in die Luft eingerichtet.

Zur weiteren Eintheilung hat man sich als Unterschiedsmerkmale der verschiedenen Form des Schnabels bedient und eine Eintheilung in sechs Ordnungen gemacht.

Erste Ordnung. **Raubvögel** (Accipitres oder Raptatores).

Diese Vögel zeichnen sich besonders durch die Stärke ihrer Klauen und ihrer Schnäbel aus; der Oberkiefer ist gekrümmt und scharf zugespitzt, um Fleisch zerreißen zu können, und die Zehen sind vermittelst starker Krallen zum Ergreifen der Beute eingerichtet. Die außerordentliche Ausbildung des Flugvermögens, die Entwickelung des ganzen Skelets, die Schärfe der Sinne, vorzüglich des Gesichts, haben die Vögel, welche dieser Ordnung angehören, in den meisten Systemen an die Spitze der ganzen Classe gebracht. Der Kopf ist rund, verhältnißmäßig dick, der Schnabel sehr stark, der Oberkiefer bald in seiner ganzen Länge, bald nur vorn an der Spitze hakig gekrümmt, sehr scharf und fest und oft auch an der Seite des schneidenden Randes mit einem vorspringenden Zahne versehen; die Hakenspitze des Oberkiefers greift stets über den gewöhnlich geraden kurzen Unterkiefer hinüber; der Hals ist kräftig, oft nur kurz; die Flügel sind lang, spitz und besitzen zehn Handschwingen; der Schwanz ist breit, gewöhnlich lang, oft ausgezackt; Füße sind außerordentlich kräftig, dick, Zehen kurz und stark; die langen gebogenen Krallen sehr scharf und spitzig.

Erste Gruppe. **Nachtraubvögel.**

Sie bilden die einzige Familie der Eulen (Strigidae), allgemein bekannt durch die nächtliche Lebensart. Sie haben ein weiches, locker anliegendes Gefieder; runde, große, ganz nach vorn gerichtete, das Tageslicht scheuende Augen und einen ungemein großen Kopf. Der Schnabel ist sehr kurz aber stark; oft bedeckt eine Art Kranz von Federn die Schnabelwurzel, welcher Schleier genannt wird; die Ohröffnung ist oft von einer nackten Haut überzogen. Die kurzen, fünfkralligen Füße sind bis zu den Krallen befiedert. Hauptsächlich sind zu erwähnen: der g e m e i n e K a u z (Syrnium aluco; siehe Figur 32). Das Männchen grau, das Weibchen rostbraun, unten mit sägeartigen Streifen. In ganz Europa. Der graubraune, weiß betupfte S t e i n k a u z (S. noctua) mit weiß querfleckigen Schwingen. Europa. Der g r o ß e U h u (Strix bubo). Dunkel-rostgelb mit schwarzen Kreuzflecken. Europa. Die mittlere Ohreule (St. otus). Rostgelb, braungefleckt, mit 6 langen Ohrbüscheln.

Figur 32.



Zweite Gruppe. **Tagraubvögel.**

Erste Familie. **Die Geier** (Vulturida). Der Schnabel der Geier ist gewöhnlich eben so lang als der Kopf; dieser und der Hals sind nackt oder

nur mit einem kurzen wolligen Flaume bedeckt; Kopf klein; Hals lang; die Flügel sind sehr lang, spitz; die Füße kurz, kräftig, aber die Krallen nicht so krumm, als bei den Falken. Die echten Geier leben nur von verfaultem Fleisch. Z. B. der Kondor oder Vogel Greif (Sarcoramphus gryphus), der größte fliegende Vogel; lebt auf den Anden Amerikas und klaftert im Fluge von 11 bis 13 Fuß; fliegt über 28,000 Fuß hoch; blauschwarz, Halskragen weiß. Der rostgelbliche Lämmergeier (Gypaetus barbatus) mit kastanienbraunem Mantel; klaftert 10 Fuß; der größte Raubvogel der alten Welt. Der in den Gebirgen Südeuropas lebende graue Geier (Vultur cinereus). Der graubraune oder gelbe Geier (V. fulvus) mit weißlichem Kopfe und Halse; Afrika und Asien.

Zweite Familie. **Die Falken** (Falconidae oder Accipitrinae). Begreift die muthigsten und kräftigsten Raubvögel in sich, die allein von lebendigen Thieren sich nähren; der dicke Kopf und kräftige Hals sind ganz befiedert; der Schnabel ist kurz und stark; die Krallen der Füße stark gekrümmt und sehr scharf. Hierher gehören: z. B. der gemeine Adler, Steinadler (Aquila chrysaetus); dunkelbraun mit rostfarbigem Hinterkopf und Nacken. Der weißköpfige Fischadler (Haliaetus leucocephala) mit kaffeebraunem Hals und Kopf. Der alte milchweiße große Fischadler (H. albicilla) mit braunem oder weißgrauem Kopfe. Der Königsadler (Aquila imperialis) schwarzbraun, der Hinterkopf und Nacken weißlich-rostfarbig; Südeuropa. Der in Deutschland gemeine Baum- oder Stoßfalke (Falco subbuteo); einfarbig, schwarzbraun. Die ebenfalls gemeine Gabelweihe (Milvus regalis), rostbraun mit rostrothem Gabelschwanze. Der Sperber oder Finkenhabicht (Astur nisus) ist oben bläulichweiß, unten weiß mit schwarz- und rostfarbigen Querwellen. Fast über die ganze Erde verbreitet.

Zweite Ordnung. Die Sperlingsvögel oder Singvögel (Passeres oder Oscines).

Diese Thiere sind gewöhnlich mit schwach gebauten Füßen versehen; überhaupt kleine schwache niedliche Vögel, mit Ausnahme weniger Familien. Sie sind über die ganze Erde verbreitet und zeichnen sich durch den Singmuskelapparat aus, welcher am unteren Kehlkopfe angebracht ist. Der Schnabel der Singvögel ist sehr verschieden gestaltet; man unterscheidet daher folgende Familien.

Erste Familie. **Die Zahnschnäbler** (Dentirostres), bei denen der Schnabel mit einem Zahne oder mit einer mehr oder weniger hakig übergreifenden Spitze versehen ist; haben starke Bartborstenfedern und Wandelfüße (d. h. die 2 äußeren Zehen sind am Grunde verwachsen). Sie sind zank- und

mordsüchtig und kleineren Vögeln schädlich; nützen hingegen durch Vertilgung von Mäusen und Insekten; sie können daher als kleine muthige Räuber betrachtet werden. Hierher gehören:

1) Der **Würger** (Lanius) mit kurzem Schnabel und stufigen Schwanzfedern; mit 50 Arten, von denen sechs in Europa vorkommen. Besonders bemerkenswerth ist der in Deutschland gemeine große Würger oder die Bergelster (L. excubitor), mit grauer Stirn, weißlichem Bauche und schwarzen Flügeln, auch Neuntödter genannt. Der rothrückige Würger (L. collurio), mit rostbraunem Rücken. Zugvogel. Ferner der rothköpfige Würger (L. ruficeps) und der schwarzstirnige Würger (L. minor). Ebenfalls Zugvögel.

2) Der **graue Fliegenschnäpper** (Muscicapa grisola). Aschgrau, unten weißlich, Brust mit grauen Längsflecken, Schnabel am Grunde dreieckig, Vorderschnabel vorn etwas übergebogen.

Zweite Familie. **Pfriemenschnäbler** (Subulirostres, Oscines, Canorae, **eigentliche Sänger**). Hierher gehören die **Drosseln** (Turdidae), welche sich durch einen gänzlich gestiefelten Lauf auszeichnen, der eigentlich nur von 2 durchgehenden Hornblättern, einem vorderen und hinteren bekleidet wird. Der Schnabel ist mäßig lang, zusammengedrückt, etwas gebogen, vorn mit einer krummen Spitze und unbedeutenden Kerbe versehen; Flügel mit 10 Handschwingen; Zehen kräftig; das Gefieder eintönig grau mit rostrothen Flecken; Gesang ausgezeichnet schön. Die **Buschsänger** (Sylvida), mit geradem, bald mehr zusammengedrücktem, bald pfriemenförmigem, feinem und spitzem Schnabel; Flügel mit 10 Handschwingen. Die **Waldsänger** (Sylvicolida). Beispiele dieser Gruppen sind folgende: Die Drossel (Turdus), Zugvogel. In Deutschland 10 Arten. Die Schwarzdrossel (T. merula) mit tief-schwarzem Gefieder. Der Krammetsvogel (T. pilaris); untere Flügeldeckfedern weißlich, ins Graue, Kopf bläulich-aschgrau. Der Weinvogel (T. iliacus); untere Flügeldeckfedern rostfarbig, Weichen und Augenstreif rostgelb. Die Singdrossel (T. musicus) mit weißlichen Weichen. Die Schildamsel (T. torquatus); mattschwarz, Oberbrust mit weißer Querbinde. Die weiße Bachstelze (Ackermännchen, Motacilla alba); aschgrau, Stirn und Unterseite weiß, Brust schwarz. Zugvogel.

Die Gattung Oriolus (der **Pirol**). Mundspalte länger als der Lauf und dieser kürzer, als die Mittelzehe. 6 Arten; 1 in Deutschland, nämlich die Goldamsel (Oriolus galbula); hochgelb, mit schwarzen Flügeln oder zeisiggrün, unten weißlich. Zugvogel. In Laubwäldern und Gärten Deutschlands. Der graurückige Steinschmätzer (Saxicola oenanthe); oben aschgrau, untere Seite röthlich-weiß. Zugvogel. Der Wasserstaar (Cinclus aquaticus); schwarzbraun, Brust und Hals weiß. Standvogel; häufig an Flüssen. Die Nachti-

gall (Sylvia luscinia); dunkelrostgrau, Schwanz rostfarbig, Unterseite weißgrau. Das olivenbraune Rothkehlchen (S. rubecula) mit gelbrother Kehle und Brust. Das Garten-Rothschwänzchen (S. phoenicurus) mit rother Brust und schwarzer Kehle. Das Haus-Rothschwänzchen (S. tithys). Die Haus-Grasmücke (S. garrula) mit grauem Kopfe und bläulich-aschgrauem Rücken. Der Mönch (S. atricapilla); Oberkopf abgesetzt schwarz oder braun; schlägt sehr schön; bei uns sehr häufig. Die graue Grasmücke (S. cinerea); oben grau, unten röthlichweiß; Flügelfedern breit, rostfarbig gesäumt. Ferner der Weidenzeisig (S. sibilatrix). Der Binsensänger (S. salicaria). Das Goldhähnchen (Regulus cristatus) mit geradem pfriemlichen vorn zusammengedrücktem Schnabel; Zügel und Augengegend weiß. Der kleinste europäische Vogel, daher auch wohl europäischer Kolibri genannt; $3^1/_2$ Zoll. In Deutschland Standvogel, vorzugsweise in Nadelwäldern. Der Zaunkönig (Troglodites parvulus); rothbraun, schwarzbraun gewellt, unten rostgrau; nächst dem Goldhähnchen der kleinste europäische Vogel.

Dritte Familie. **Die Kegelschnäbler** (Conirostres). Hierher gehören hauptsächlich die **Finken** (Fringillida) mit über 130 überall verbreiteten Arten, welche sich zweimal mausern. Sie zeichnen sich von den übrigen Singvögeln durch ihren kurzen kegelförmigen, an der Wurzel stark verdickten ungekerbten Schnabel aus. Der Kirschfink, gemeiner Kernbeißer (Cocothraustes vulgaris); mit braunem Rücken und grauem Nacken, auch Kernbeißer genannt. Dompfaff (Pyrrhula rubricilla); hellgrau, Kopf und Schwingen schwarz, unten roth.

Bei diesen beiden Arten ist der Schnabel sehr dick, genau kegelförmig; bei den folgenden ist der Schnabel länger als hoch, schwach gebogen; bei manchen kaum höher als breit.

Der Haussperling (Passer domesticus); mit schwarzer Kehle, Flügel mit einer weißen und gelblichen Querbinde. Der Feldsperling (P. montanus); mit zwei Reihen Querbinden.

Als Arten der eigentlichen Gattung Fringilla, Finke, können folgende aufgeführt werden: Der geblichgrüne Zeisig (F. spinus). Der Stieglitz (F. carduelis); der bunteste Vogel Europas, mit hochrother Schnabelwurzel; Schwingen mit goldgelber Binde. Der Hänfling oder die Grauartsche (Linota cannabina); zimmetbraun; mit schwarzen Schwanzfedern, weiß ausgerandet, wie auch die Schwingen. Die Gelbartsche (L. chloris); grünlich, Außenfahne der großen Schwingen gelb. Der bekannte Buchfink (L. coelebs); Flügel mit gelblicher und weißlicher Querbinde; Männchen unten roth, Weibchen unten röthlichgrau. Der beliebte Kanarienvogel (L. canaria). Der Kreuz-

schnabel (Loxia curvirostra); plumpe Vögel, Unterkieferspitze über den Rücken des Oberkiefers hervorragend.

Anmerkung: Bemerkenswerth ist, daß eine Sperlingsart, die Loxia socia, die in zahlreichen Schaaren in den Umgebungen des Caps der guten Hoffnung lebt, ihr Nest unter eine für die ganze Colonie gemeinschaftliche Decke bauten.

Der Seidenschwanz (Bombycilla garrula); rothgrau, Schwanzspitze und Schwingen nach außen gelb und mit scharlachrothen Anhängseln.

Ferner gehören zu den Kegelschnäblern die verschiedenen Meisenarten mit kegelförmigem Schnabel ohne Kerbe, von denen die Haubenmeise (Parus cristatus) und die Schwanzmeise (P. caudatus) bei uns Standvögel sind. Außerdem sind als Strichvögel die schwarzköpfige Kohlmeise (P. major), die Blaumeise (P. coeruleus) mit grünblauem Körper, die Bartmeise (P. biarmicus) mit schwarzem Knebelbarte zu erwähnen.

Diesen schließen sich die Lerchen- und Ammerarten an, z. B. die Haubenlerche (Alauda cristata) mit spitzer langer Federholle, braun gefleckt. Die Feldlerche (A. arvensis); braun gefleckt, sehr veränderlich; die zwei äußeren Schwanzfedern jederseits weiß, mit schwärzlicher Innenkante. Zugvogel. Holz- oder Waldlerche (A. arborea) mit stumpfer, kurzer, rundlicher, ringsum gelblich begrenzter Federholle. In Deutschland ebenfalls Zugvogel. Die Kalanderlerche (A. calandra). Die in Deutschland sehr seltene Berglerche (A. alpestris) mit zwei schwärzlichen Federohren am Hinterkopf. Der Nagel der Hinterzehe ist bei den Lerchen immer länger als der der übrigen, gerade oder schwach gebogen; Oberschnabel stumpfschneidig und stumpfspitzig. Die Goldammer (Emberiza citrinella); Bauch goldgelb, oben rostbraun, schwarzbraun gefleckter Strichvogel. Der Rohrsperling oder die Rohrammer (E. schoeniclus); oben wie vorher, aber unten weißlich-schwarzbraun gefleckt; äußere Schwanzfedern bis zur Hälfte weiß; Kopf und Kehle schwarz, oder Kopf braun und Kehle weißlich. An Sümpfen und Teichen.

Vierte Familie. **Die Dünnschnäbler** (Tenuirostres). Der Blauspecht (Sitta europaea); bläulichgrau, unten rostgrau, mit starkem geradem Schnabel. Der gemeine Baumläufer (Certhia familiaris); grau, weißtropfig, mit weißen rundlichen Flecken, schwachem gebogenem Schnabel. Der gemeine Wiedehopf (Upupa epops); roströthlich, Haube und Schwanzspitze so wie mehrere Querbinden der Flügel schwarz; zeichnet sich besonders durch seine Haube aus; übrigens ein sehr unreinlicher Vogel. Ferner gehören hierher die kleinsten Vögel, welche es giebt, nämlich der goldgrüne gemeine Kolibri (Trochilus colubris) mit geradem Schnabel und zahlreichen, an Farbenpracht ausgezeichneten, so wie an Kleinheit und Abweichung der Schnäbel verschiedenen Arten seiner Gattung Trochilus. Der Fliegenvogel (T. minimus), nur 20 Gran schwer.

Fünfte Familie. **Die Spaltschnäbler** (Fissirostres). Mit kurzem dreieckigen flachen Schnabel, welcher mit hakiger Spitze versehen ist; Rachen weit; Flügel lang und spitz.

Die **Schwalbe** (Hirundo). Wandelfüße mit langen Zehen und Nägeln. Z. B. die schwarzblaue Hausschwalbe (H. urbica). Zugvogel. Die aschgraue Uferschwalbe (H. riparia). Ebenfalls Zugvogel. Die braune Salangane (H. esculenta). Ostindien und China. Liefert die als Leckerbissen bekannten gallertartigen indianischen Vogelnester.

Die Gattung **Segler** (Mauerschwalbe, Cypselus), mit starken mondförmig und langen gekrümmten Nägeln. Die braunschwarze Mauer- oder Thurmschwalbe (C. apus), mit weißer Kehle, Zugvogel, ist nicht im Stande von flacher Erde empor zu fliegen. Die Nachtschwalbe oder der Ziegenmelker, mit schwachem breitniedergedrücktem Schnabel. Aschgrau, rostgelb und weiß gefleckt. Zugvogel. Der gehörnte Tagschläfer (Podargus cornutus), mit stärkerem Schnabel und 2 großen Ohrfederbüschen. Java.

Sechste Familie. **Die Raben** (Corvinae), mit fast geradem kräftigen Schnabel; die größten unter den Singvögeln. Hierher gehören z. B. der gemeine Staar oder die Sprehe (Sturnus vulgaris); schwarz, violett und goldgrün schillernd, mit flach rundem Schnabel. Lernt Sprechen und Singen. Zugvogel. Der gelbe und braune Paradiesvogel (Paradisea apoda) (siehe Figur 33); Weichenfedern des Männchens verlängert. Werden als Damenputz benutzt. Schnabel vorn zusammengedrückt. Südseeinseln.

Figur 33.



Die Gattung **Rabe** (Corvus). Mit kegelförmigem, oben gewölbtem Schnabel; z. B. die schwärzliche graue Dohle (C. monedula). Die Nebelkrähe (C. cornix), Zugvogel, welcher im Winter von Norden her zu uns kommt. Die einfache schwarze Krähe oder Rabenkrähe (C. corone); Zug- und Standvogel; Schnabel kürzer als der Lauf. Der Kolkrabe (C. corax); einfarbig schwarz, Schnabel von der Länge des Laufs, stark gebogen; Strich- und Standvogel. Die Saatkrähe (C. frugilegus) Schnabel wie bei vorigem, aber nur an der Spitze schräg herabgebogen; Körper schwarz, bläulich und grün schillernd; Zug- und Standvogel.

Ferner gehört hierher die Elster (Pica caudata); Schwanz halb von den Flügeln bedeckt, wie auch bei folgenden schwarz; Bauch- und Schulterfedern weiß. Der Tannenhäher (Nucifraga caryocatactes); dunkelbraun, weiß betropft. Nordeuropa. Strichvogel. Der Holzhäher (Garrullus glandarius; siehe Figur 34); grauroth; Flügeldeckfedern lasurblau und schwarz gebändert; Stand- und Strichvogel; frißt bekanntlich gern Eicheln und Nüsse.

Figur 34.



Dritte Ordnung. Klettervögel (Scansores).

Der ausgezeichnete Charakter dieser Ordnung liegt in der Bildung der Füße, an denen stets zwei Zehen nach hinten und vorne gerichtet sind, wodurch theils das Umfassen der Zweige, theils auch das Klettern an senkrechten Stämmen erleichtert wird, indem der Körper einen kräftigern Stützpunkt in den beiden nach hinten gerichteten Zehen findet. Ihr Schnabel ist verschieden, aber bis zur Wurzel mit horniger Scheide.

Erste Familie. **Die Papageien** (Psittacinae). Sind allgemein bekannt durch ihre Gelehrigkeit und Nachahmungssucht. Füße sind sehr stark, kurz und kräftig; Schnabel sehr dick, kurz, hakig, übergreifend und am Grunde mit einer Wachshaut bedeckt. Zahlreiche schön gefärbte Arten mit dicker fleischiger Zunge, z. B. der blaue Ara (Ara ararauna). In Brasilien. Der graue Papagei (Psittacus erithacus) mit rothem Schwanze, von Taubengröße. Westafrika. Der mit willkürlich aufrichtbarer Federholle auf dem Kopfe versehene Kakadu (Cacatus cristatus).

Zweite Familie. **Die Pfefferfresser** oder **Großschnäbler** (Rhamphastidae). Ausgezeichnet durch ihren außerordentlich großen, mit Hornzellen gefüllten, gebogenen und seitlich gezahnten Schnabel, mit dünner horniger Zunge. Nur in Amerika zu Hause, z. B. der gemeine Pfefferfresser (Ramphastos carinatus). Brasilien.

Dritte Familie. **Die Spechte** (Picidae). Diese Vögel zeichnen sich durch den geraden, konischen Schnabel aus, in dem eine sehr lange spitze hornige Zunge liegt, die pfeilartig hervorgeschnellt werden kann. Sie hacken mit dem scharfen Schnabel tiefe Löcher in das Holz, klettern sehr rasch und stützen sich dabei auf ihren steifen Schwanz.

Figur 35.



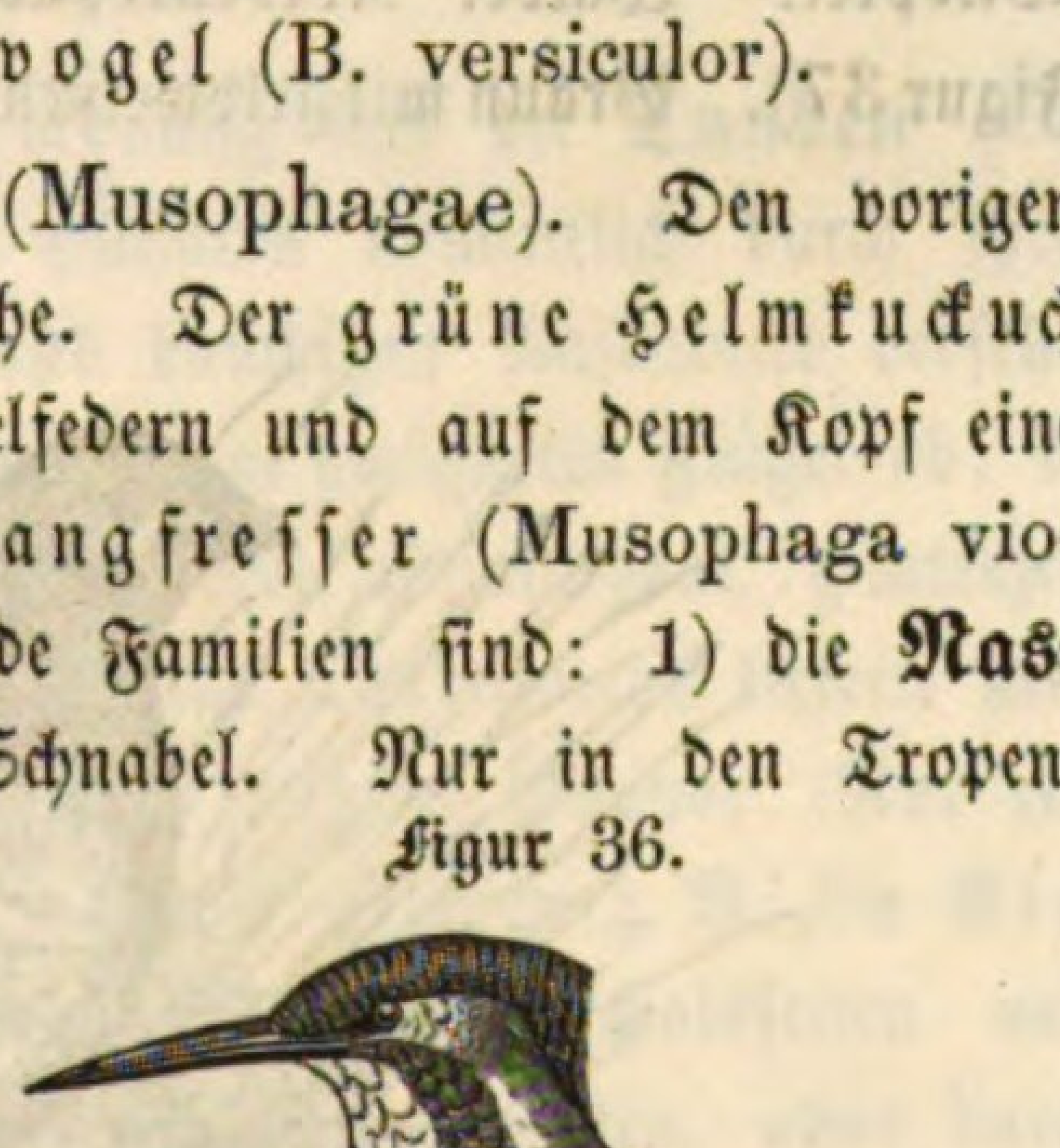
Gattung **Specht** (Picus). Schnabel nicht unter Kopflänge; Schwanz keilförmig, steif. Je nach dem Gefieder unterscheidet man Schwarz-, Grün- und Buntspechte. Der Schwarzspecht (P. martius). Der Grünspecht (P. viridis). Der große Buntspecht (P. major). Der mittlere Buntspecht (P. medius; siehe Figur 35). Der kleine Buntspecht (P. minor). Ferner gehört hierher der Wendehals (Yunx). Schnabel etwas länger als der Kopf, rundlich; Schwanz abgerundet, nicht steif. Gemeiner Wendehals (Yunx torquilla). Oberseite aschgrau, Unterseite rostgelb, überall schwarz gesprenkelt. In Deutschland als Zugvogel.

Vierte Familie. **Kuckucke** (Cuculidae). Mit kurz gebogenem, zusammengedrücktem Schnabel, weit gespaltenem Rachen und langem Schwanze. Bei dem eigentlichen Kuckuck Schnabel von Kopflänge, mit scharfen Rändern. Gemeiner Kuckuck (Cuculus canorus). Aschgrau oder rothbraun. Bauch weiß, dunkel gewellt, Schwanz weiß gefleckt, Beine gelb. Deutschland. Zugvogel. Läßt seine Eier von andern Vögeln ausbrüten. Der olivengrüne afrikanische Honigkuckuck (Indicator minor) und der südamerikanische Madenfresser (Crotophaga ani).

Fünfte Familie. **Bartvögel** (Bucconidae). Haben einen meist kurzen kräftigen Schnabel, der an der Wurzel von 5 steifen Borsten umgeben ist. Großer chinesischer Bartvogel (Bucco grandis). Grün und blauschillernd. China. Wechselfarbiger Bartvogel (B. versiculor).

Sechste Familie. **Pisangfresser** (Musophagae). Den vorigen ähnlich, aber ohne Borstenfedern. Eine Wendezehe. Der grüne Helmkuckuck (Corythaix persa). Mit einigen rothen Flügelfedern und auf dem Kopf eine Federholle; Taubengröße. Der violette Pisangfresser (Musophaga violacea). Guinea. Zwei andere hierher gehörende Familien sind: 1) die **Nashornvögel** (Buceridae) mit sehr großem Schnabel. Nur in den Tropenländern. Beispiele: Der schwarze gemeine Nashornvogel (Buceros rhinoceros); mit einem Horn auf dem Schnabel, welches mit beiden Enden nach vorne hin gerichtet ist. 2) Die Familie der **Eisvögel** (Halcyonidae). Schnabel ohne Horn. Leben meistens in warmen Ländern, und sind durch glänzendes Gefieder ausgezeichnet. In Norddeutschland findet sich als Zugvogel die blau-

Figur 36.



grüne, auf dem Rücken blaue Blauracke oder Mandelkrähe (Coracias garrula). Ferner ist der gemeine Eisvogel (Alcedo ispida; siehe Figur 36) zu erwähnen, welcher in Deutschland als Strichvogel vorkommt und an Gewässern lebt. Von blauer Farbe; Unterseite nebst Füßen rostfarbig.

Vierte Ordnung. Die Hühnervögel (Gallinae oder Gallinacea).

Die meist großen und schweren Vögel dieser Ordnung sind durch einen mittelmäßigen, oben etwas aufgeschwellten, meistens kuppenförmig gewölbten, und zum Körnerfressen geeigneten Schnabel ausgezeichnet. Große Füße, schwache Zehen, Vorderzehen kräftiger. Die Nasenlöcher sind mit horniger oder knorpelartiger Schuppe überwölbt, theilweise bedeckt und oft noch mit einer Wachshaut umgeben; am Kopfe gewöhnlich nackte Stellen, Kämme oder Fleischauswüchse.

Erste Familie. **Hühner** (Gallinaceae). Schnabel kurz, dick; Flügel muldenförmig ausgehöhlt; Schwanz groß.

Der Auerhahn (Tetrao urogallus). Schwanz abgerundet; Schnabel blaßgelb, mit einem Barte; Wachshaut und Läufer befiedert; Zehen nackt. Standvogel (am Harze). Der Birkhahn (T. tetrix). Mit gegabeltem Schwanze, schwarzem Schnabel, ohne Bart; Flügel mit weißer Doppelbinde. Der Hahn schwarzbraun; das Huhn kleiner, rostgelb. Deutschland. Ueberhaupt in den Gebirgsgegenden Europas. Läufe wie vorher. Das Haselhuhn (T. bonasia). Läufe in der untern Hälfte nackt; Schwanz abgerundet. Mit einer Federhaube; Gefieder rostfarbig, schwarzbraun und weiß gefleckt. Beide Arten delicates Wildpret. Wälder Nordeuropas. Die Wachtel (Perdix dactylisonans; siehe Figur 37). Braun mit gelbweißen Schaftstrichen, unten weiß ins Röthliche. Einziger

Figur 37.



Zugvogel dieser Familie. Gemeines Rebhuhn oder Feldhuhn (P. cinerea). Hellaschgrau, fein schwarz gewellt. Standvogel. Das Alpen-Schneehuhn (Lagopus alpinus; Tetrao lagopus). Wachshaut, Läufe und die nicht gefranseten Zehen ganz befiedert. Schwanz gerade. Im Sommer graubraun, fein schwärzlich gewellt, Kehle weiß (das Weibchen mit blasserem Gefieder); im Winter blendend weiß, mit schwarzen Schwanz-Federhälften. An der Schneegrenze der europäischen Alpen. Scandinavien. Gemeiner Pfau (Pavo cristatus). Gemeiner Fasan (Phasianus colchicus). Rothbraun, Hals und Kopf grün; Schwanz sehr lang und keilförmig, mit 18 verschmälert zugespitzten, sich dachförmig deckenden Federn. Kaukasus. Goldfasan (Ph. pictus). Federbusch goldgelb, untere Seite scharlachroth. China. Silberfasan (Ph. nychthemerus). Untere Seite und Federbusch schwarz; Oberseite weiß. Nordchina. Die Fasanen sind sämmtlich in Asien zu Hause und werden wegen ihres delicaten Fleisches bei uns in Fasanengärten gezogen. Der Truthahn (Meleagris gallopavo). Brust des Männchens mit einem Büschel gewundener pferdehaarähnlicher, dünner Federschäfte versehen. Nordamerika. Hausthier durch ganz Europa. Das Perlhuhn (Numida meleagris). Bläulichgrau mit weißen dunkel begrenzten Perlflecken. Südafrika. Hier und da bei uns als Hausthier. Der Haushahn (Gallus domesticus). Stammt von Java und ist in den verschiedensten Spielarten fast über die ganze Erde verbreitet.

Zweite Familie. **Steißhühner** (Crypturidae). Hinterzehe fehlt; Schnabel dünn, fast von Kopflänge; Schwanz fehlend oder versteckt. Hierher gehört das große brasilianische Rebhuhn (Crypturus rufescens) und das spanische Wachtelhuhn (Hemipodius andalusica).

Als eine besondere Abtheilung oder Unterordnung sind die **Tauben** (Columbae) anzuführen. Sie weichen von den Hühnern namentlich durch ihren Schnabel, welcher mit einer vordern Kuppe und bauchigen Nasendecke versehen ist, und durch ihre langen spitzigen, zum leichten Fluge geeigneten Flügel ab; die Füße sind kurz, die Zehen lang, gänzlich gespalten, ohne Spannhaut, Hinterzehe in gleicher Höhe mit den vorderen eingelenkt. Einige Taubenarten liefern nebst manchen Wasservögeln den als Düngungsmittel geschätzten Guano. Nur eine Gattung Columba mit mehr als 100 Arten. Hieher gehören z. B. die Ringeltaube (C. palumbus). Flügel am Vorderrande weiß; Halsseiten weiß gefleckt. Holztaube (C. oenas). Flügel mit schwarzen Flecken, ohne durchgehende Querbinde. Halsseiten grün schillernd. Feldtaube (C. livea) oder eigentliche wilde Taube. Flügel mit zwei durchgehenden schwarzen Querbinden. In vielen Spielarten als Haustaube. Die Turteltaube (C. turtur). Schulter- und Flügeldeckfedern lebhaft rostroth gesäumt. Die Lachtaube (C. risoria). Isabellfarbig. Die blaugrau und schwarz gefleckte Wandertaube (C. migratoria). Die Kronentaube (C. coronata). Mit längerem

Lauf und kürzeren Flügeln; Scheitel mit einem fächerförmigen senkrechten großen Federbusche. Molukken.

Fünfte Ordnung. Stelzvögel (Grallae),

wozu auch die Sumpfvögel gerechnet werden. Sie zeichnen sich dadurch aus, daß ihre Beine meist länger als der Rumpf, in der Mitte des Körpers eingelenkt und bis zur Basis von Federn frei sind, wodurch sie besonders zu schnellem Laufen begünstigt sind; Schnabel ist verschieden, meistens lang, immer mit Wachshaut versehen, Schwanz kurz. Leben meistens von Wasserthieren.

Erste Familie. **Reiher** (Ardeadeae). Hals und Beine lang und dünn, Schnabel nicht abgeschnürt, so hoch und breit als der Schädel; an der Wurzel behaart. Der gemeine Flammingo (Phoenicopterus ruber). Rosenroth; Schwingen schwarz. Mittelmeer. Gemeiner Fischreiher (Ardea cinerea). Bläulich-aschgrau, unten weiß; Hinterkopf mit schwärzlichem Federbusche. Ganz Europa. Sumpfige Gegenden. Zugvogel. Gemeine Rohrdommel (A. stellaris). Ockergelb, schwarzbraun marmorirt; Schwingen schiefergrau, Schwanz mit abstehenden Federn; Hals dicker und kürzer, als beim Reiher. Wie der vorige an fischreichen Sumpfstellen, aber mehr einzeln. Beide sind durch ihre Fischnahrung schädlich. Der Löffelreiher (Cancroma cochlearia). Weißlich, Rücken grau, Bauch roth, Schnabel und Beine schwarz. Brasilien. Lebt ebenfalls von Fischen. Der weiße Löffelreiher (Platalea leucorodia). Hinterkopf mit einem Federbusch. Südeuropa. Der Ibis (Ibis religiosa; siehe Figur 38). Weißlich; Kopf, Hals und Beine schwärzlich. Afrika.

Figur 38.



Gattung **Storch** (Ciconea). Der weiße Storch (C. alba). Kopf und Hals befiedert, weiß, Schwanz und Schwingen schwarz. Zugvogel. Der schwarze Storch (C. nigra). Gefieder schwarzbraun.

Zweite Familie. **Die Hühnerstelzen** (Alectorides) zeichnen sich durch einen Hühnerschnabel (mit gewölbter Kuppe) und übergreifenden Oberkiefer aus; Zehen sind höchstens mit schwachen Bindehäuten versehen. Hierher gehören z. B. gemeiner Kranich (Grus cineria; siehe Figur 39). Aschgrau, mit nacktem Scheitel; der starke Schnabel ist so lang als der Kopf, an der Wurzel mit einer Furche, an der Spitze etwas gewölbt. Beim Männchen ist der Scheitel roth. Zugvogel. Fliegen in keilförmigen Reihen. Große Trappe (Otis tarda). Kopf und Hals

grau, schwarz gewölbt, Füße 3zehig, Schnabel und Beine kurz und dick; der schwerste Vogel Deutschlands.

Figur 39.



Dritte Familie. Die Familie der **Wasserhühner** (Rallidae) ist durch einen seitlich zusammengedrückten Schnabel charakterisirt; Zehen mit Hautlappen. Hiervon kann man namentlich folgende anführen: Die Wiesenknarre oder der Wachtelkönig (Crex pratensis). Schwarzbraun mit braungelb gerandeten Federn. Schwingen braunroth, Schnabel kürzer als der Kopf. Lebt auf Wiesen und zeichnet sich durch ein eigenthümliches Geschrei, „krup krap" aus. Bläß-Huhn (Fulica atra). Schieferschwarz, Stirn weiß. Zugvogel. Norddeutschland häufig. Grünfüßiges Rohrhuhn (Gallinula chloropus). Olivenbraun; Kopf und Hals grau; Stirn roth. Zugvogel. Norddeutschland häufig. Die olivenbraune schwarzgefleckte Wasserralle (Rallus aquaticus). Zug- und Standvogel. Ferner das punktirte Sumpfhuhn (Ortygometra porzana). Olivenbraun, weiß punktirt; Brust aschgrau; Schnabelwurzel roth. Norddeutschland. Kleines Sumpfhuhn (O. pusilla). Olivenbraun; Beine und Schnabel grün. Zugvogel. Norddeutschland. Bei beiden Arten ist der Schnabel kürzer als der Kopf.

Aus der vierten Familie oder der **der Regenpfeifer** (Charadriadae), welche sich durch einen vom Kopfe abgeschnürten schlanken, am Grunde weichen Schnabel und eine kuglig gewölbte Stirn auszeichnen, sind anzuführen: 1) Der Kiebitz (Vanellus cristatus). Schnabel kürzer als der Kopf, unten vor der Spitze mit einem Höcker; dunkelgrün ins Purpurne; Hals und Federbusch schwarz; Bauch weiß. Zugvogel. 2) Der Regenpfeifer (Charadrius pluvialis). Oben schwärzlich, grünlichgelb gefleckt. Im Sommer unten ganz schwarz, im Winter gelb; Deckfedern unter den Flügeln weiß; Füße 3zehig; Schnabel gerade. Zugvogel. Norddeutschland. Der sogenannte Halsband-R. (Ch. hiaticula) ist graubraun und unten weiß. Ebendaselbst 3) der Kampfhahn (Machetes pugnax). Gefieder sehr veränderlich. An feuchten nordeuropäischen Küsten, während des Winters im Süden.

Fünfte Familie umfaßt **die Schnepfen** (Scolopacidae). Schnabel vom Kopfe abgeschnürt, dünn, biegsam. Die **Schnepfe** (Scolopax). Schnabel gerade, sehr lang; Zehen getrennt; Stirn nach der Spitze hin verschmälert.



Figur 40.

Zugvogel. 5 europäische Arten, z. B. die Waldschnepfe (Sc. rusticola; siehe Figur 40). Schnabel und Stirn aschgrau; Hinterkopf mit rostgelben Querbinden, Schwingen mit 3eckigen gelben Randflecken. Die große und kleine Bekassine. (Sc. gallinago) und (Sc. gallinula). Beide haben einen Schnabel mit flachgedrückter Spitze. Bei der ersteren ist der Scheitel schwarzbraun mit hellen Längsstreifen auf der Mitte; Flügel mit rostgelblichen Flügeldeckfedern. Die zweite Art hat keinen hellen Längsstreifen und die Flügel sind mit zwei rostgelben Längsbinden versehen. Unterleibsmitte weiß. Fleisch und Excremente sehr geschätzte Leckerbissen. Ferner sind zu erwähnen: der Ufer- oder Strandläufer (Totanus hypoleucos). Olivengrün, schwärzlich gewölbt, unten weiß, Schnabel an der Spitze schwach abwärts gekrümmt, Stirn kugelig gewölbt. Zugvogel. Norddeutschland. Der schwarzflügelige Strandreuter (Himantopus rufipes). Nacken weiß; Mantel schwarz; Beine roth; Schnabel schwarz. Im Sommer im Norden, im Winter im Süden Europas. Der schwärzliche Austerndieb (H. ostrealegus). Vaterland ebenso. Der an der Nord- und Ostsee lebende gemeine Säbler (Recurvirostra avocetta). Weiß, Kopf und Mantel theilweise schwarz. Die Doppelschnepfe (Numenius arquatus). Schnabel rostgelb, schwarzbraun gefleckt. Zugvogel.

Als eine besondere Unterabtheilung der Stelzenläufer sind die eigentlichen **Laufvögel** (Cursores) zu erwähnen, welche 2 Familien umfassen. Hierher gehören die größten Vögel; sie haben verkümmerte Flügel und diese sind daher untauglich zum Fliegen, weßhalb diese Vögel lediglich auf ihre Bewegungsorgane angewiesen sind. Beine stark und sehr zum Laufen geeignet, Zehen kurz, breit, mit schwieliger Sohle und platten Nägeln versehen. Ihre Knochen unterscheiden sich von denen der übrigen Vögel durch einen gänzlichen Mangel der Luftzellen. Der Schnabel der Laufvögel ist meist kurz abgeplattet, dreieckig, mit stumpfer Spitze. Der Schwanz hat entweder gar keine Schwanzfedern, oder nur einen Busch geschlossener mehr haarartiger Federn. Die Hinterzehe fehlt entweder, oder zeigt nur einen ganz kleinen unbedeutenden Stummel.

Erste Familie. **Die Strauße** (Struthionidae). Schnabel flach, Kopf nackt oder mit kurzen Flaumfedern; langer Schlangenhals; Beine sehr hoch, mit 2 oder meistens 3 Zehen. Sie leben nur in den tropischen Zonen.

Figur 41.



Der Strauß (Struthio). Beine 2zehig, Kopf und Hals mit Borstenfedern, an den Flügeln nickende Schwungfedern. Der afrikanische Strauß (St. camelus; siehe Figur 41). Schwanz, Flügel und Schwanzfedern beim Weibchen grau; der größte Vogel, 6—8 Fuß hoch. Diese Thiere brüten gemeinschaftlich, legen 3 Pfund schwere Eier; leben in den Sandwüsten Afrikas und Südasiens; brüten in manchen heißen Districten nur des Nachts und überlassen am Tage die Eier der Sonnenhitze. Der amerikanische Strauß oder Nandu (Rhea americana). Grau, Männchen mit schwarzem Scheitel und Unterhalse, 6 Fuß, gesellig. Beine 3zehig; Schenkel, Kopf und Hals befiedert. Der indische Casuar (Casuarius indicus; siehe Figur 42). Schwarz, Federn doppeltschäftig, borstig geschlitzt, an den Flügeln stehen starke büschelähnliche Kiele, Hals blau, Kehllappen roth; Beine 3zehig, Scheitel mit hornigem Helme, Schenkel, Kopf und Hals nackt, 6 Fuß, Ostindien.

Figur 42.



Zweite Familie. **Die Dronten** (Inepti). Große schwere Vögel, welche in mancher Beziehung den Tauben nahe, auf der andern Seite aber auch wieder entfernt stehen. Sie sind bedeutend größer als Schwäne; ihre Beine sind kurz und kräftig, Füße 4zehig. Körper plump. Schwingen ohne steife Schäfte. Dronte (Didus ineptus). Grau mit gelben Flügeln und Schwanzfedern. Diese Vögel sind seit mehren Jahrhunderten vernichtet, und ihre Gestalt ist nur nach der Beschreibung holländischer Seefahrer und einem Oelgemälde des britischen Museums entnommen. Im Jahre 1598 sollen auf Madagascar und Isle de France große Gesellschaften dieses Vogels angetroffen worden sein. Der Waldstrauß (Apteryx). Hat einen Schnabel so dünn, wie die Schnepfe. 2 Arten: der Kiwi (A. australis) auf Neuseeland, $2^1/_2$ Fuß, Gefieder aus schlaffen Borstenfedern bestehend, ohne Flügel und Schwanzfedern. 2te Art: A. Oweni, so groß als der Kiwi, Schnabel

aber kürzer, Gefieder noch haarähnlicher. Auch hat man noch von einem großen straußartigen Vogel auf Madagascar gesprochen, dessen Eier bedeutend größer sein sollen, als die des Straußes. Die Familie, welcher dieser Vogel angehört, hat man als die Riesenvögel bezeichnet; es ist jedoch möglich, daß diese Familie noch nicht ganz ausgestorben ist.

Sechste Ordnung. **Schwimmvögel** (Natatores).

Vögel dieser Ordnung haben meistens einen ziemlich großen Körper, mittelmäßig lange Beine; gewöhnlich kurz, kräftig, stets bis zur Fußlänge befiedert. Zehen durch eine Schwimmhaut verbunden, Schnabel verschieden, Hals immer länger als die Beine; schwimmen sehr gut, dagegen ist ihr Gang etwas schwerfällig.

Erste Familie. **Die Entenvögel** (Anatidae, Lamellirostres). Kiefern am Innenrande mit Querlamellen. Eine große Anzahl lebhaft gefärbter Arten mit dickem, meist breitem und flachem, seltener schmalem und geradem Schnabel; Hinterzehe frei; Gefieder weich. Hierher gehören: Der **Schwan** (Cygnus musicus; Singschwan). Weiß, gelb mit schwarzem Schnabel, Schnabelwurzel ohne Höcker, Hals sehr lang. Im Norden Europas und Asiens; lebt im Winter in Nordafrika oder Südeuropa und zieht im Frühjahr nordwärts. $4\frac{1}{2}$ Fuß. Diese, wie alle andern Arten, umfaßt große schwerfällige Vögel. Stummer Schw. (C. olor), zahmer oder Höcker-Schw. Weiß. Schnabel gelbroth, an der Wurzel mit aufgetriebenem schwarzem Höcker, übrigens wie vorher. Nordeuropa. Wird häufig auf Teichen gehalten, ist jedoch nicht stumm; die Luftröhre des vorigen ist hingegen mit 2 Windungen versehen, daher seine Stimme aus der Höhe der Luft angenehmer klingt als bei diesem, und aus diesem Grunde wohl die verschiedenen Namen. Der schwarze Schwan (C. atratus). Neuholland.

Die **Gans** (Anser). Schnabel an der Wurzel höher als breit, nach vorn verschmälert; Hals kürzer als bei vorigen. Saatgans (Anser segetum). Grau, Flügel länger als der Schwanz, Beine und Mitte des Schnabels orangegelb, Schnabelwurzel schwarz; ziehen im September südlich und kehren im Frühling zurück. Wilde Gans (A. cinerius). Grau, Flügel kürzer als der Schwanz, Schnabel ganz orangegelb, Beine blaß fleischfarbig. Durchzüge. Vaterland wie vorher. Hiervon stammt unsere Haus- und Hofgans. Ferner sind zu erwähnen: die Schnee- oder Polargans (A. hyperboreus); die weißstirnige Gans (A. albifrons), in der Nähe der Seeküsten; die weißwangige Gans (A. leucopsis); die Ringelgans (A. bernicla); die kanadische Gans (A. canadensis).

Die **Ente** (Anas). Schnabel an der Wurzel breiter als hoch, flach gewölbt, gleich breit oder vorn etwas erweitert. Lauf nicht länger als die

Mittelzehe. Männchen mit lebhafterer Färbung. Bei folgenden Arten ist der Schnabel ohne Höcker: Wilde oder Hausente (A. boschas). Spiegel grün, weiß eingefaßt, Kopf und Hals grau, beim Männchen (Enterich) grün. Verbreitetste Art, von denen unsere gezähmten Enten stammen. Krickente (A. crecca). Spiegel grün, oben und unten schwarz, beim Enterich weiß eingefaßt, mit goldgrünen Halsstreifen; kleinste Art. Löffelente (A. clypeata). Schnabel vorn doppelt so breit als hinten. Spiegel grün, Beine orangefarbig. Schnabel des Männchens mit einem Höcker am Grunde. Brandente (A. tadorna). Spiegel grün, Kopf und Oberhals schwarzgrün. Seeküsten Europas. Bisamente, fälschlich türkische Ente (A. moschata). Schwarzbraun, oben grünlich, Flügeldeckfedern weiß, Gesicht nackt, mit rothen und schwarzen Warzen. Brasilien; zuweilen als Hausthier bei uns. Die Trauerente (A. oedemia nigra; siehe Figur 43). Schnabel länger als der Lauf, etwas breit, beim Männchen am Grunde mit einem Höcker; Gefieder schwarzbraun; Beine graubraun; Spiegel fehlt. Im Norden; kommt selten nach Deutschland. Die Eisente (Harelda glacialis). Schnabel wie vorher, schwarz, aber kleiner und kürzer als der Lauf, ohne Höcker, mit orangegelber Querbinde; kommt selten aus dem hohen Norden zu uns. Eiderente oder Eidergans (Somateria mollissima; siehe Figur 44). Kein Spiegel; Schnabel und Beine graugrün, Gefieder des Männchens schwarz, Hals, Gurgel und Mantel weiß; unter den Wangen mit seegrünem Streif. Weibchen lerchenbraun. Nur im höchsten Norden. Liefert die kostbaren Eiderdunen. Tafel-Ente (Fuligula ferina). Mit aschgrauem Spiegel, rostbraunem Kopf und Hals, schwarzem Schnabel und blaugrauen Beinen. Männchen mit blauer, Weibchen mit lichtblauer Querbinde.

Figur 43.



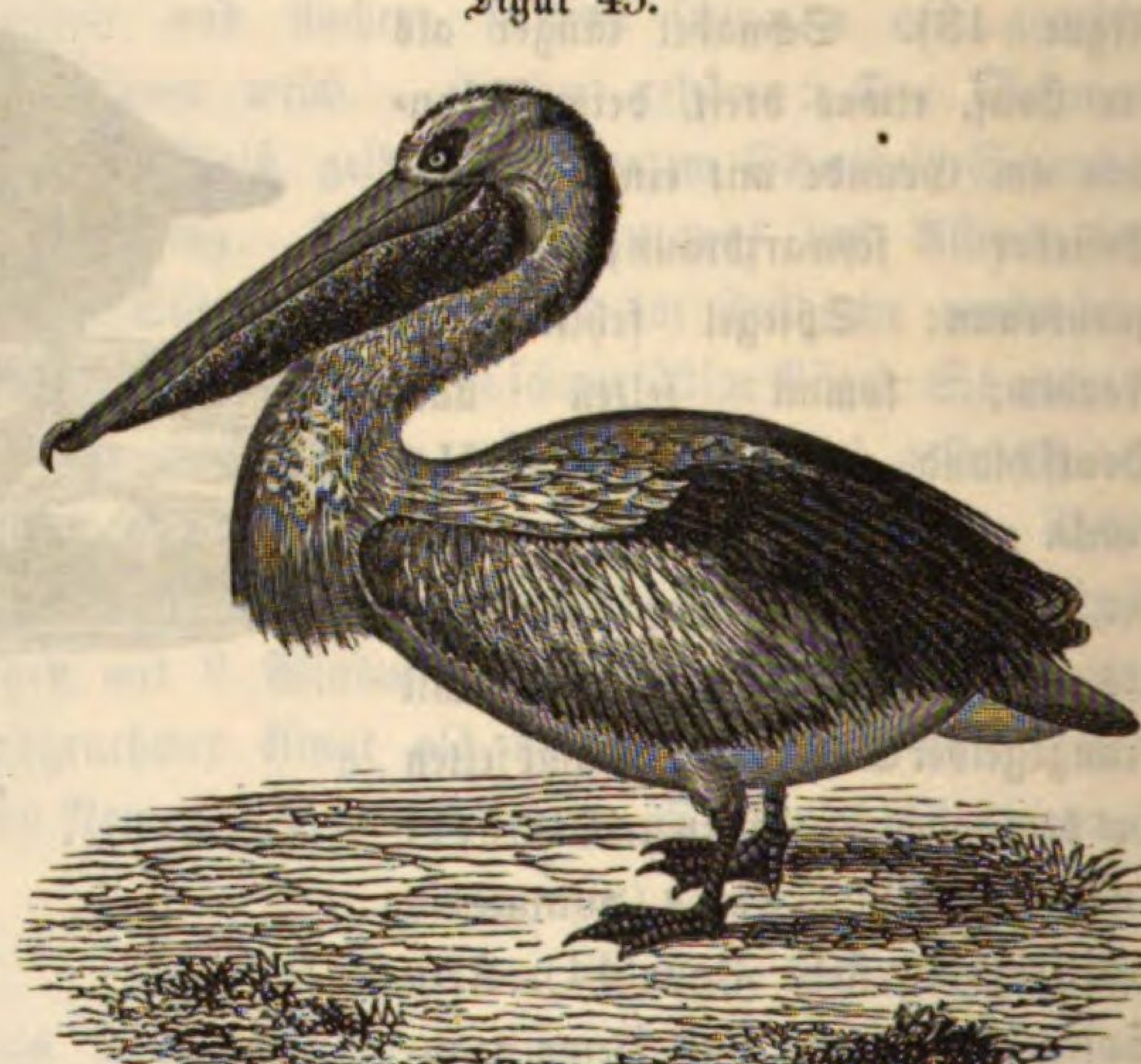
Figur 44.



Schellente (F. clangula). Mit weißem Spiegel; Kopf des Männchens schwarz, sonst weiß, mit schwarzem Rücken und schwarzen Schultern. Giebt ein krähenartiges Geschrei von sich. Großer Sägetaucher (Mergus merganser). Beine und Schnabel roth, Spiegel weiß, ohne Querbinden, Kopf dunkelfarbig, Brust gefleckt, weiß oder röthlich. Der kleine Sägetaucher (M. serrator). Mit schwarzer Querbinde. Der weiße Sägetaucher (M. albellus). Mit bleigrauem Schnabel und blaugrauen Beinen. Sämmtliche Arten brüten im Norden und ziehen im Winter südlich.

Zweite Familie. Die **Pelikane** (Pelecanidae) od. **Ruderfüßer** (Steganopodae). Wesentliches Kennzeichen ist die Bildung des Fußes, an welchem die vierte Zehe bald nach innen, bald selbst etwas nach vorn gerichtet und mit den andern durch eine vollständige Schwimmhaut bedeckt ist, so daß die Füße als Ruderfüße betrachtet werden können. Bewohner der Tropengegenden, z. B. der gemeine Pelikan oder die Kropfgans (Pelecanus onocrotalus; siehe Figur 45). Mit großem Kehlsacke, abgerundetem langen Schwanze. Schnabel wie bei allen Arten und Gattungen länger, als der Kopf. Weiß, ins Röthliche. Schwingen schwarz. Ostindien. Der schwarze Fregattenvogel (Tachypetes aquila). Mit rothem Schnabel. Stoßtaucher; oft 400 Meilen vom Lande entfernt. Der schwarze Seerabe (Carbo cormoranus). Die Bassansgans (weißer Tölpel; Sula alba). Mit weißem Gesicht, schwarzen Beinen und Schwingen. Der die Tropenmeere bewohnende weißschwänzige Tropikvogel (Phaeton aethereus).

Figur 45.



Dritte Familie. Die **Sturmvögel** (Procellariae). Schnabel immer am Ende mit einem Haken versehen; Flügel säbelartig; haben die meisten Armschwingen und das ausgezeichnetste Flugvermögen unter allen Vögeln, aber können nicht tauchen. Bemerkenswerth sind: die schwärzliche Sturmschwalbe (Procellaria pelagica). 4 Zehen, Schnabel so lang wie der Kopf. Kleinster Wasservogel; er setzt sich wie die übrigen bei nahem Sturm gern auf die Seeschiffe und brütet in Felsenspalten. Der weiße Albatroß (Diomedea exulans). 3 Zehen, Schnabel länger als der Kopf.

Vierte Familie. Die **Möven** (Laridae). Den Schwalben oder Tauben sehr ähnlich. Schnabel verschieden, stark seitlich zusammengedrückt. Stoßtaucher. Die Lachmöve (Larus ridibundus). Oberkiefer hakig herabgebogen, Schwanz abgestutzt, Kopf schwarz, Mantel grau, Schnabel und Beine roth. Gemeinste Art. An den deutschen Küsten. Im Winter an den Flüssen. Gemeine Seeschwalbe (Sterna hirundo). Weiß; Beine mit ganzen Schwimmhäuten, roth; der schwarze Schnabel an der Spitze ebenfalls roth, Kiefern gleich lang, Schwanz gabelig. An den Küsten Europas, im Winter an den Flüssen.

Fünfte Familie. Die **Taucher** (Colymbidae). Schnabel lang, gerade, kantig, von kegelförmiger Gestalt. Kopf rundlich, nicht selten mit eigenthümlichen Federbüschen geziert; der Hals ziemlich lang und dünn, Flügel kurz, Füße stehen weit nach hinten, Hinterzehe stets gesäumt. Der Haubentaucher (Podiceps cristatus oder Colymbus cornutus). Spiegel weiß, Schnabel länger, als der Kopf. Hals mit rostfarbigem, unten schwärzlichem Kragen, mit Lappenfüßen, Schwanz fehlend. Kleiner Steißfuß (P. minor). Ohne Spiegel, dunkelbraun, aschgrau, Halsseiten braun. Zugvogel. Deutschland, auf Süßgewässern. Der nordische Seetaucher (Colymbus septentrionalis). Mit rother Kehle, schwarzbraunem Mantel, grauem Halse. Bauch weiß; ganze Schwimmfüße, Schwanz kurz. Polargegenden. Kommt südlich tief ins Land.

Sechste Familie. **Alken** (Alcidae). Schnabel gerade oder gewölbt, Hinterzehe fehlend oder frei nach vorn gerichtet. Gehen beschwerlich, fast aufrecht; mit sehr kurzen, zum Fliegen untauglichen Flügeln. Hierher gehört der Papageitaucher (Alca arctica), mit weißem Gefieder. Oberseite und Halsband schwarz, Beine roth, Schnabelwurzel mit vertieften Punkten, aber 4mal höher als breit; hat so wie die folgenden 3 Zehen und Flügel mit wahren Federn. Im arktischen Kreise; im Winter an Frankreichs Küsten. Die Gryll-Lumme (Uria Grylle). Schwarz, Spiegel weiß, Beine roth, Schnabel pfriemlich zugespitzt, seitlich stark zusammengedrückt. Ohne Querfurchen, welche sich bei vorigen finden. Arktisches Meer; im Winter einzeln an Deutschlands Küsten.

Siebente Familie. **Pinguine** (Impennia). Der Körper dieser seltsamen Vögel erscheint aufrecht, meist cylinderisch; der Hals ziemlich dünn, der Kopf klein, scharfkantig, seitlich zusammengedrückt; Flügelfedern gefranzten Hornschuppen ähnlich; 4 Zehen. Beine ganz weiß. Der Riesenpinguin (Aptenodytes patagonica). Schiefergrau, unten weiß, Gesicht und Kehle schwarz, letztere gelb eingefaßt; kann nicht fliegen. Am Südmeer.

Dritte Classe. Die **Reptilien** (Reptilia).

Wirbelthiere mit kaltem Blute, einer Lungenathmung. Eierleger ohne Säugeorgane.

I. Gewöhnliche oder beschuppte Reptilien,

welche mit Lungen versehen sind, niemals im Wasser athmen und keine amphibienartige Umwandlung erleiden, und deren Leib mit Schildern oder Schuppen bedeckt ist.

A. Schildkröten (Chelonii oder Testudinata).

Zahnlose Kiefern; Körper kurz und breit; Knochenpanzer mit unbeweglichen Rippen; 4 Beine.

1) **Landschildkröten** (Chersinae). Mit unbeweglichen Zehen, mit unter den Schild zurückziehbarem Kopf und Beinen. Hierher gehört die mit gelblichen Rückenplatten, schwarz gefleckte griechische Schildkröte (Testudo graeca; Figur 46). Die gemeinste Art in Südeuropa; liefert die Schildkrötensuppe. Die geometrische Schildkröte (T. geometrica).

Figur 46.



2) **Süßwasserschildkröten** (Emydae). Mit beweglichen Zehen und Schwimmhäuten. Kopf und Beine beweglich und gar nicht zurückziehbar. Europäische Schildkröte (Emys europaea). In Gewässern des nördlichen Deutschlands.

3) **Seeschildkröten** (Chelonae). Vorderbeine länger als die Hinterbeine. Zehen unbeweglich, zu flossenförmigen Ruderfüßen verbunden. Kopf und Beine unter das seitlich höchstens verknorpelte Rücken- und Brustschild nicht zurückziehbar. Die im atlantischen Meere lebende Lederschildkröte (Sphargis coriacea). Die Riesenschildkröte (Chelonia Mydas). Mit 13 grünlichen Rückenplatten. 800 Pfund schwer. Bewohner aller tropischen Meere.

B. Eidechsen (Sauria).

Langgestreckte Körper mit Schuppen oder Schildern, 4 Beinen, selten 2.

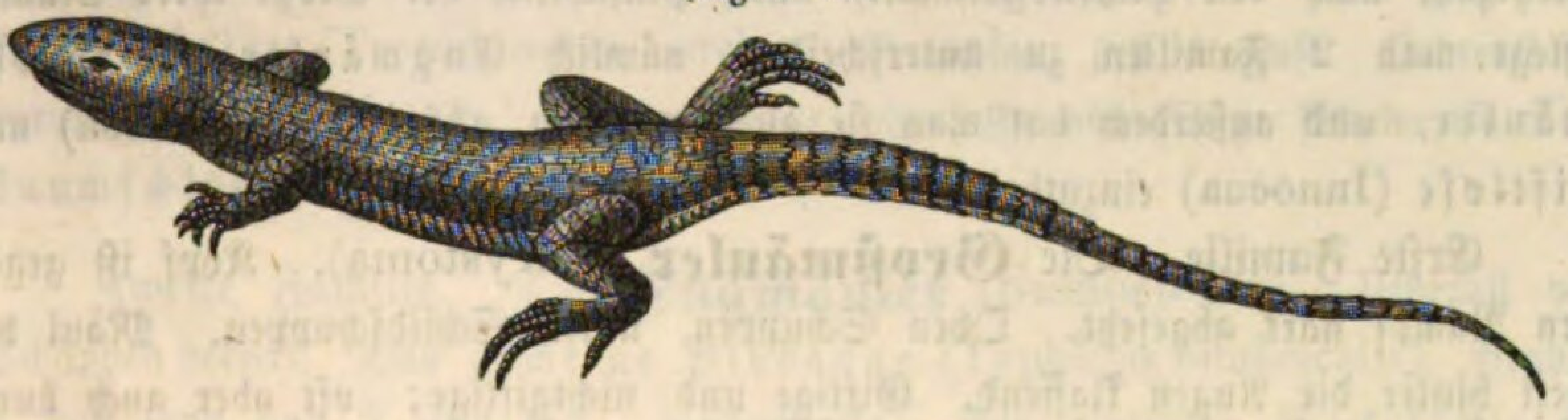
Erste Familie. **Krokodile** (Loricata). Körper mit Panzerschildern, 4 Beinen. Hinterfüße mit Schwimmhäuten. Zunge kurz. Hierher gehören: das Nilkrokodil (Crocodilus niloticus). Rücken mit 6 Reihen Knorpelschildern, 5 Nackenschildern, 20 Fuß lang, Schnauze flach, Oberkiefer jederseits mit einem Ausschnitte zur Aufnahme des vierten größten Zahns des Unterkiefers. Vorderfüße frei. Der Alligator oder Kaiman. Statt der Ausschnitte nur eine Grube, Vorderfüße frei. Alligator lucius. Mit Hechtschnauze; 14 Fuß. Südliches Nordamerika (Mississippi). Der Brillen-Kaiman (A. sclerops). 10 Fuß lang. Südamerika. Tödtet viele Menschen. Der Gavial (Rhamphostoma gangeticum). 20 Fuß lang, mit fast walziger Schnauze. Lebt im Ganges und dessen Nebenflüssen.

Die Krokodile sind bekanntlich für Menschen und Thiere gefährliche Bewohner der süßen Gewässer der heißen Klimate. Sie leben meistens im Schilf und Schlamme versteckt von Fischen und ans Ufer kommenden Landthieren, welche sie erst ersäufen und dann verzehren. Auf dem Lande sind sie furchtsam und schwerfällig.

Zweite Familie. **Eigentliche Eidechsen** (Squamata). Körper mit Schuppen, selten mit warziger Haut, 4 vollkommen oder unvollkommen entwickelten Beinen, oder ohne Beine und einem schlangenartigen Körper. Man unterscheidet solche, deren Körper schuppig bedeckt ist, und solche, deren Körper mit einer weichen, durch Querfurchen geringelten Haut überzogen ist, d. h. die sogenannten Ringel-Eidechsen mit kurzen Beinen oder keinen. Die ersteren zerfallen wieder in

1) **Spaltzüngler**. Mit langer, dünner, zweispitziger Zunge; wozu die in ganz Europa häufige gemeine oder flinke Eidechse (Lacerta agilis), die grüne Eidechse (Lacerta viridis; siehe Figur 47), schön grün mit einigen schwarzen Punkten; die amerikanische Warn-Eidechse (Ameiva vulgaris)

Figur 47.



und die gemeine amerikanische Kamm-Eidechse (Iguana tuberculata) gehören. Ferner

2) **Wurmzüngler**. Mit einer langen, am Ende dicken Zunge, einem vierseitig pyramidalen Kopf und Kletterfüßen. Das gemeine Chamäleon (Chamaeleon africanus; siehe Figur 48). Aegypten und Spanien.

Figur 48.



3) Die **Dickzüngler**. Mit dicker fleischiger Zunge und stets 4 Beinen. Grüne Flug-Eidechse (Draco volans). Java. Die gemeine Dorn-Eidechse (Stellio vulgaris). Griechenland, Aegypten.

4) Die **Kurzzüngler**, wozu die in Europa häufige Blindschleiche oder Bruchschlange (Anguis fragilis) gehört. Ohne Beine, schlangenförmig, glänzend kupferbraun, unten schwärzlich.

Die **Ringel-Eidechsen,** welche wegen ihrer mangelhaften Beine den Uebergang zu den Schlangen bilden, denn bei manchen, wie z. B. bei der Doppelschleiche (Amphisbaena), fehlen die Beine gänzlich, bei anderen wieder fehlen die Hinterbeine. Die Eidechsen sind meistens sehr klein, lebhaft und nicht gefährlich. Unter den vorweltlichen Eidechsen ist wegen ihrer auffallenden Form namentlich die dickschnäblige Vogel-Eidechse (Pterodactylus crassirostris) zu erwähnen, deren Skelet im lithographischen Schiefer von Sappenheim gefunden worden ist.

C. Schlangen (Serpentes, Ophidia).

Die Schlangen zeigen hinsichtlich ihres Baues eine große Uebereinstimmung; ihr Kopf ist klein, Körper langgestreckt, drehrund. Beine, Augenlider, Brustbein und Paukenfell fehlen. Das Maul ist sehr erweiterbar, indem die Knochen, welche die Kiefer bilden, nicht verwachsen, sondern durch dehnbare Knorpel verbunden sind; sie können deshalb Gegenstände verschlingen, welche dicker sind, als sie selbst. Mehre derselben sind mit hohlen Giftzähnen versehen, die aus einer Drüse das flüssige Gift erhalten, welches beim Biß in die Wunde entleert wird und häufig tödtlich ist. Die Schlangen häuten sich öfter und gehören der Mehrzahl nach den heißen Klimaten an. Hinsichtlich der Größe ihres Maules pflegt man 2 Familien zu unterscheiden, nämlich Engmäuler und Großmäuler, und außerdem hat man sie auch noch in giftige (Venenosa) und giftlose (Innocua) einzutheilen.

Erste Familie. Die **Großmäuler** (Eurystoma). Kopf ist gegen den Rumpf stark abgesetzt. Oben Schuppen, unten Schildschuppen. Maul bis weit hinter die Augen klaffend. Giftige und nichtgiftige; oft aber auch durch ihre Größe gefährlich. Hierher gehört die nichtgiftige Riesenschlange (Boa constrictor). Körper mit kleinen Schuppen bedeckt, grauröthlich; Rücken mit einer gezackten Längsbinde von schwärzlichen sechseckigen Flecken, welche mit blassen eiförmigen Flecken abwechseln. Ist durch ihre Größe sehr gefährlich. 14—30 Fuß lang. Brasilien. Die Anakonda (B. scytale oder aquatica). Schnauze mit Schildern. Braun, mit runden schwarzen Flecken. Größte Schlange. 20—40 Fuß lang. Brasilien. Hält sich gern an Gewässern auf. Die häufig bei uns herumgeführte Tigerschlange (Phyton tigris) aus Ostindien, mit fleischfarbiger Schnauze, isabellgelbem Körper, mit großen braunen Flecken. 10 Fuß lang. Die Brillenschlange (Naja tripudians). Gelblich, unten weiß. 2—4 Fuß. Gehört zu den Giftschlangen (venenosa) und ist als solche sehr gefährlich. Die ägyptische Aspis (N. Haje). Ebenfalls sehr giftig. Die Kreuzotter (Pelias berus). Hellgrau oder braun, auf dem Hinterkopfe 2 schmale gekrümmte schwarzbraune Linien, selten über 2 Fuß. In den meisten Gegenden Deutschlands nicht selten, vorzüglich in Gebirgsgegenden. Sehr giftig. Die in Brasilien lebende zinnoberrothe Korallen- und Prunkadder (Elaps corallinus). Giftig, schwarz und weiß

Figur 49.



geringelt. Die gemeine Klapperschlange (Crotalus horridus; siehe Fig. 49). Graubraun, oben mit schwarzbraunen weißgesäumten Flecken; sehr giftig und gefährlich. Südamerika. Die Wasserschlange (Hydrophis). Ebenfalls giftig; mit breit zusammengedrücktem, als Ruder gebrauchten Schwanze. Im indischen Ocean. Die zweifarbige Seeschlange (Pelamys bicolor). Die giftigen Vipern mit rundem Schwanze, z. B. die in Ungarn vorkommende Sandviper mit gehörnter Schnauze (Vipera ammodytes). Die gehörnte Viper (Cerastes cornutus). Grau, über jedem Augenlide eine hahnsporn-ähnliche Hervorragung. Zu den nichtgiftigen Nattern gehören z. B. folgende: Die glatte Natter (Coluber laevis). Röthlichgrau, ins Grünliche. Bis 2 Fuß. Fast in ganz Europa. Die gemeine Ringelnatter (Tropidonotus natrix). Graublau, bis 4 Fuß. Ueberall in Europa. Schwimmt auch. Die perlgraue ebenfalls nichtgiftige südamerikanische Baumschlange (Dryophis achaetulla).

Zweite Familie. Die **Engmäuler** (Stenostoma). Ueberall mit Schuppen bedeckt. Das gemeine Blödauge (Typhlops lumbricalis). Braun. 1 Fuß lang und 3 Zoll dick. Südamerika. Die blutrothe Wickelschleiche (Ilysia scytale). Mit schwarzen Querringen. 2 Fuß lang. Tropisches Amerika.

II. Amphibienartige Reptilien (Batrachier, Batrachia oder Lurche), Froschreptilien.

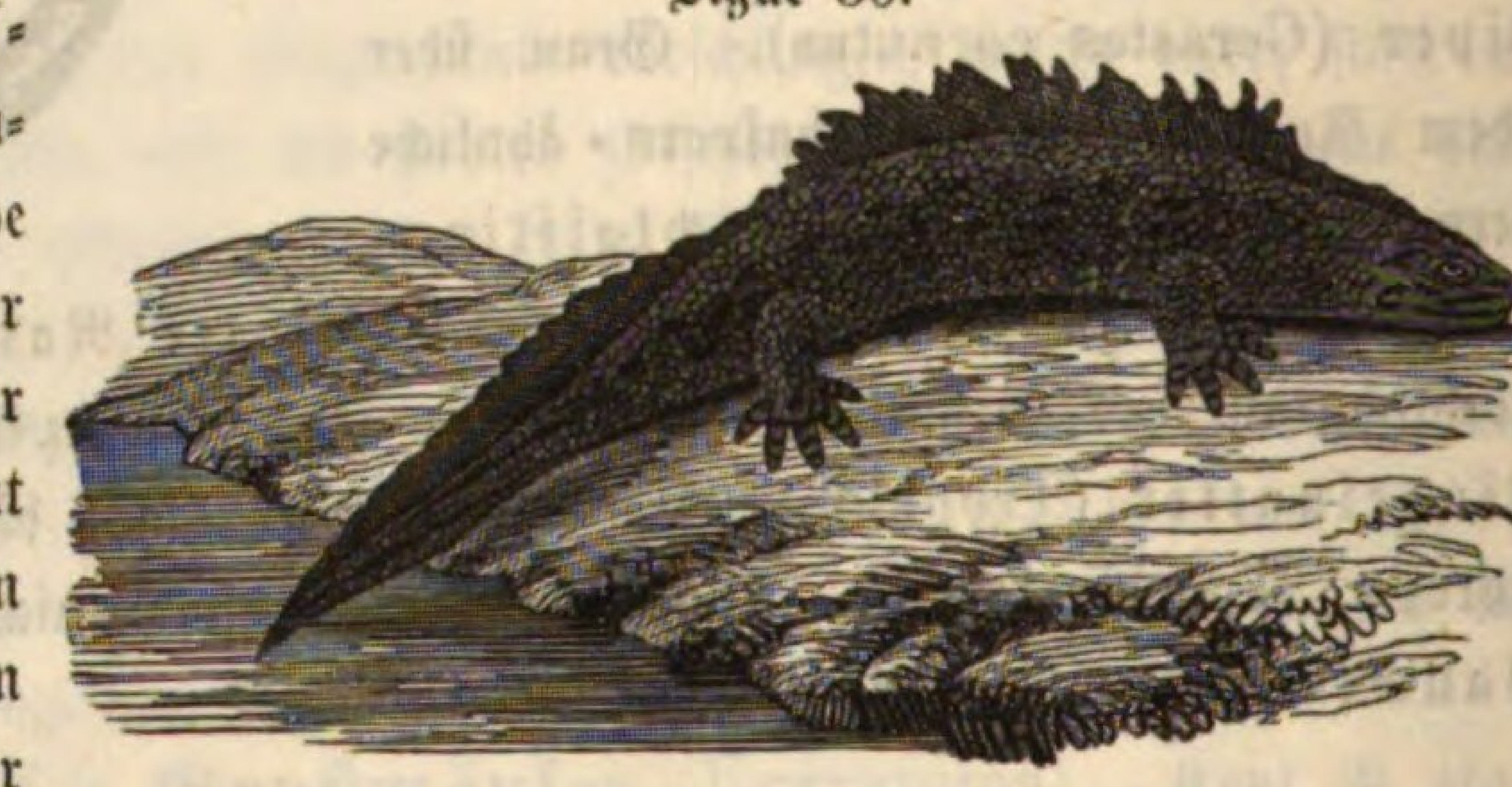
Athmen im Anfange ihrer Lebenszeit durch Kiemen, später besitzen sie auch Lungen; sind für den Aufenthalt im Wasser geeignet. Erleiden eine Umwandlung; haben einen kurz- oder langgestreckten, immer nackten, glatten oder warzigen Körper; 4, 2 oder gar keine Beine. Drei Familien.

Erste Familie. Die **Froschlurche** (Ecaudata). Mit kurzem breiten 4beinigen schwanzlosen Körper. Hierher gehören die Froscharten, z. B.: Der Laubfrosch (Hyla arborea). Der graue Frosch (Rana esculenta). Ueberall in Gewässern. Keulen eßbar. Der braune Grasfrosch (R. temporaria). Röthlich oder gelbbraun, schwarz gefleckt. Häufiger wie voriger. Die graue oder bräunliche Feuerkröte (Bombinator igneus). In stehenden Gewässern. Die Wasserkröte (Pelobates fuscus). Schmutzig weißgrau, fast

nur in Sümpfen; hüpft. Gemeine Feldkröte, Lork (Bufo cinereus). Braungrau oder grünlich, unten weißlich, spritzt gereizt, wie die Frösche den Urin weit fort. Die weißliche Absonderung der Haut ist scharf, aber nicht giftig. Die olivengrünliche, in altem Gemäuer lebende Kreuzkröte (B. calamita). Die Wabenkröte oder Pipa (Pipa dorsigera). Warzig, schwarzbraun, 6—8 Zoll. Brasilien. Das Weibchen trägt die Jungen in der ersten Zeit auf dem Rücken in Hautzellen.

Zweite Familie. Die **Schwanzlurche** oder **Molche** (Caudata). Körper verlängert, 4- selten 2beinig, langgeschwänzt, Eidechsenform. Wassermolch oder Sumpfsalamander (Triton palustris). Haut körnig, schwarzbraun, Seiten mit weißen Punkten, unten unregelmäßig orangegelb gefleckt. Sehr häufig in stehenden Gewässern. Der Wassermolch mit dem Rückenkamm (T. cristatus; siehe Figur 50). Gefleckter Wassersalamander (T. punctatus). Haut glatt, hellbraun, unten orangegelb mit schwarzen Flecken ebendaselbst. Der feuerbauchige Wassersalamander (T. alpestris). Haut körnig, schiefergrau, unten einfarbig orangeroth. In Bergbächen. Der kleine oder Teichsalamander (T. cinereus). Haut glatt, olivenfarbig, mit dunklen Längsstreifen, unten gelblich. In Teichen und Pfützen. Unsere gemeinste Art. Der gefleckte Erd- oder Feuersalamander, Erdmolch (Salamandra maculata). Schwarz mit großen hochgelben Flecken. In bergigen Gegenden; spritzt eine weißgelbe nichtgiftige Feuchtigkeit aus. Der Olm (Proteus anguinus). Bleichroth, die einzige wahre Amphibie Europas.

Figur 50.



Dritte Familie. Die **Schleichenlurche** (Anguinea). Schlangenform, körper-, schwanz- und beinlos. Hierher gehören: Die brasilianische Lochwühle (Siphonops annulata) und die Blindwühle (Caecilia lumbridea). Surinam; beide schwärzlich. Sie leben in feuchter Erde.

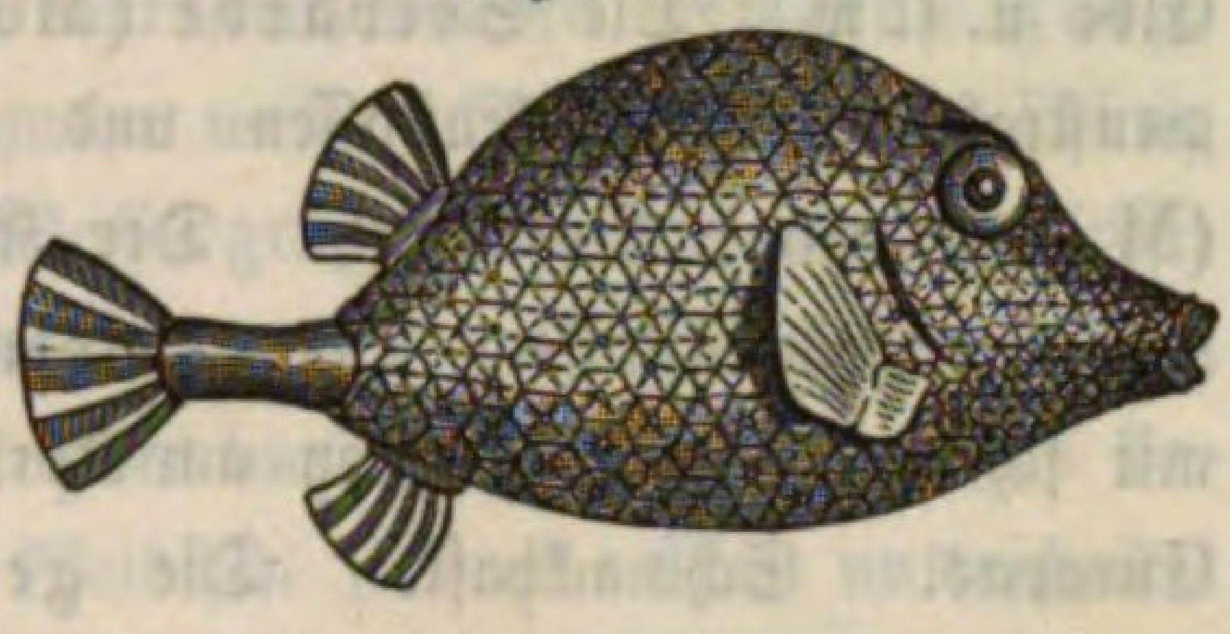
Vierte Classe. **Die Fische** (Pisces).

Wirbelthiere und Eierleger mit kaltem Blute, welche vermittelst Kiemen athmen, deren Aufenthalt bekanntlich im Wasser ist und welche sich durch ihre eigenthümliche Form von allen andern Thieren unterscheiden.

I. Grätenfische (Osteacanthi).

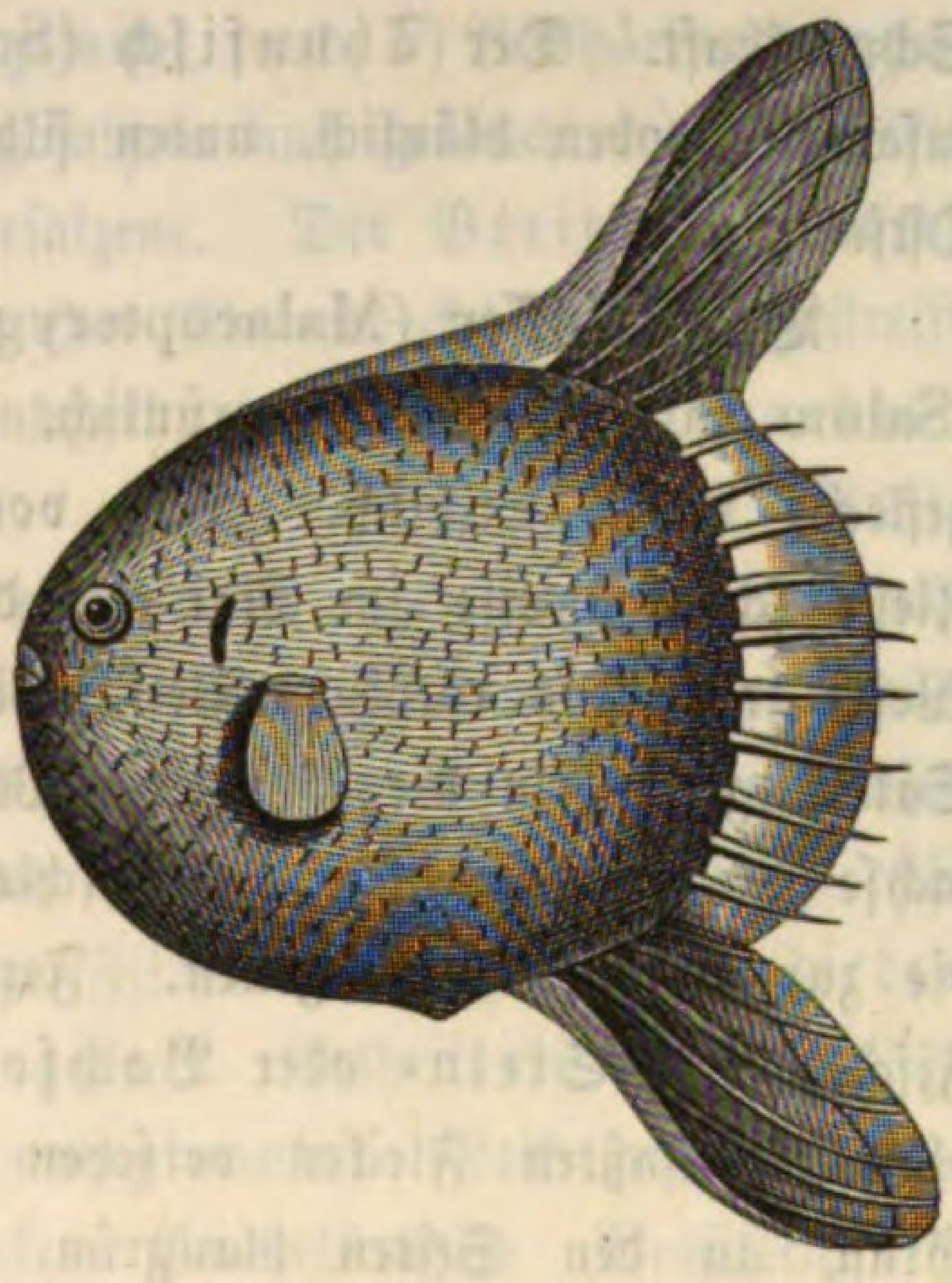
Haftkiefer (Plectognathi). Oberkiefer mit der Hirnschale verwachsen. Der Kofferfisch (Ostracion; s. Fig. 51). Mit eckigen Knochenschildern gepanzert und nur Flossen und Schwanz frei beweglich. Das Vierhorn (O. quadricornis). Mit dreikantigem Rumpf. Der Hornfisch (Balistes). Jeder Kiefer mit 8 Zähnen. Zwei europäische Arten, B. veluta und B. ringens.

Figur 51.



Der Klumpfisch (Orthagoriscus mola; siehe Figur 52). Weißlich, einem abgeschnittenen Kopfe ähnlich; 4 Fuß lang und 4 Fuß breit, etwa 300 Pfund schwer. Atlantisches und mittelländisches Meer.

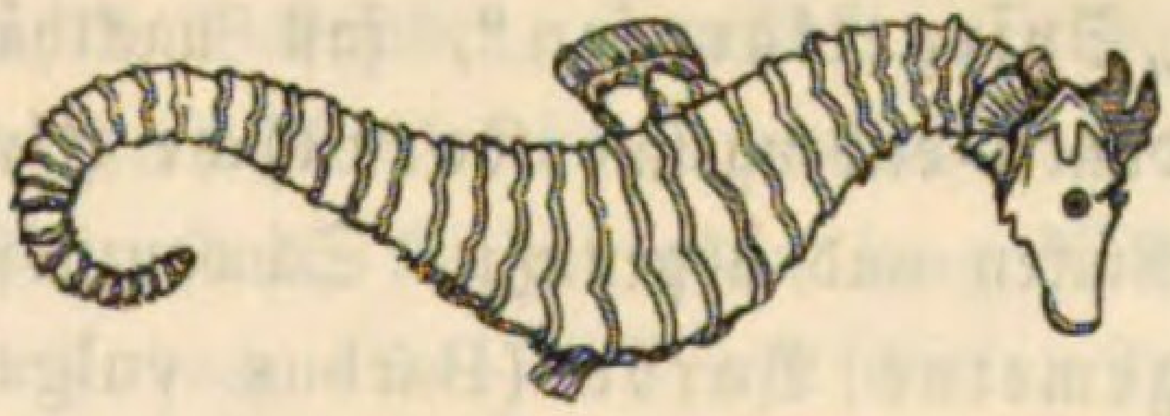
Figur 52.



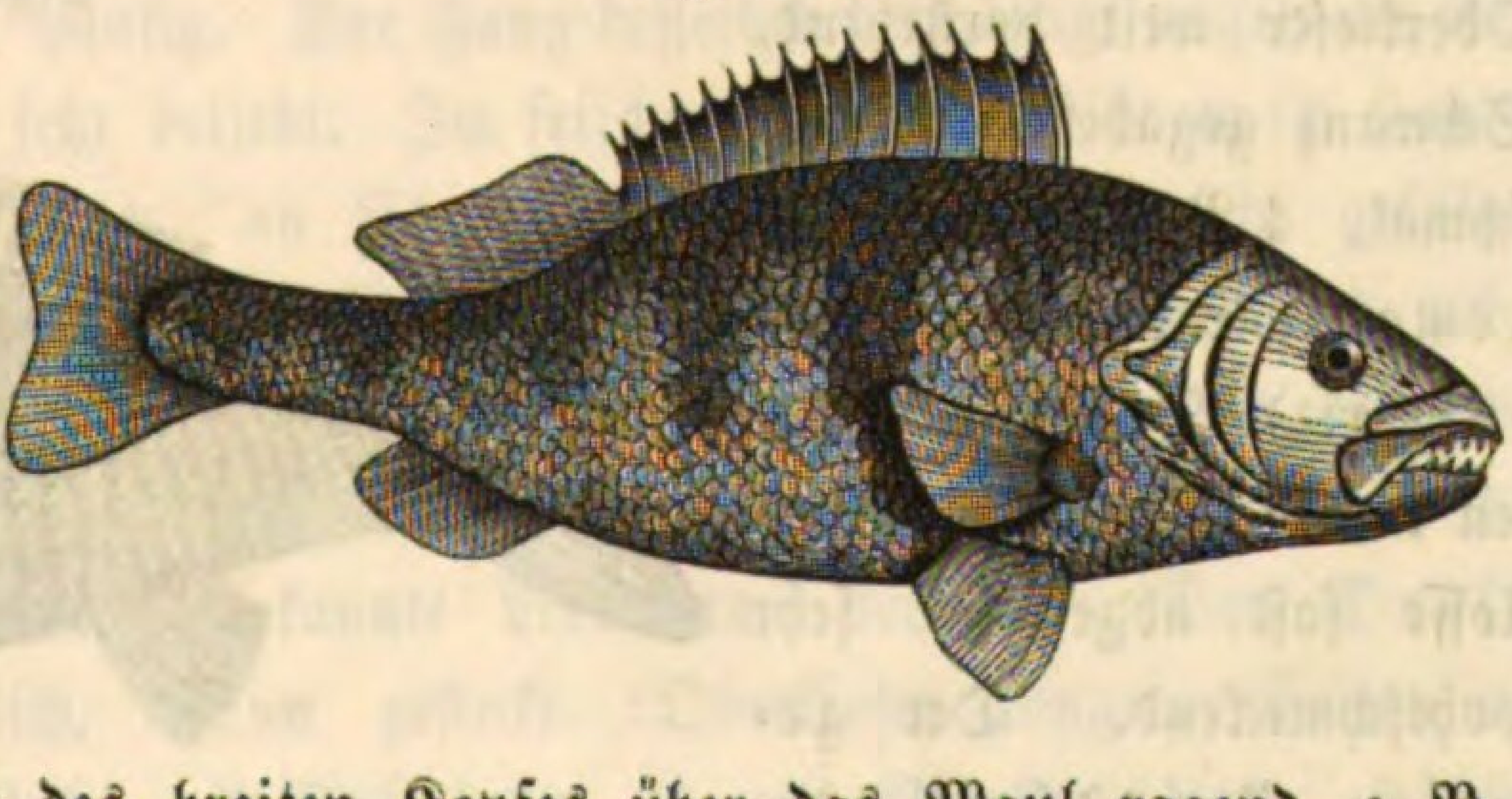
Büschelkiemer (Lophobranchii). Das Seepferdchen (Hippocampus brevirostris; siehe Figur 53). Schnauze kurz. Körper gekrümmt, Bauch dicker als bei folgenden. Mittelmeer und Nordsee. Große Meernadel (Syngnathus acus). Körper sehr lang. Mit Schwanz-, Brust-, Rücken- und Afterflossen, keine Bauchflossen. Das Maul befindet sich bei beiden Arten am Ende des Schnabels und der Körper ist 6mal länger als breit.

Stachelflosser (Acanthopterygii). Der **Barsch** (Perca). Hechelzähne, Kiemendeckel schuppenlos mit 2—3 Stacheln am Rande. Zunge glatt. Süßwasserfische. 11 Arten, z. B.: Der grünlichgelbe Flußbarsch (P. fluviatilis; siehe Figur 54).

Figur 53.



Figur 54.

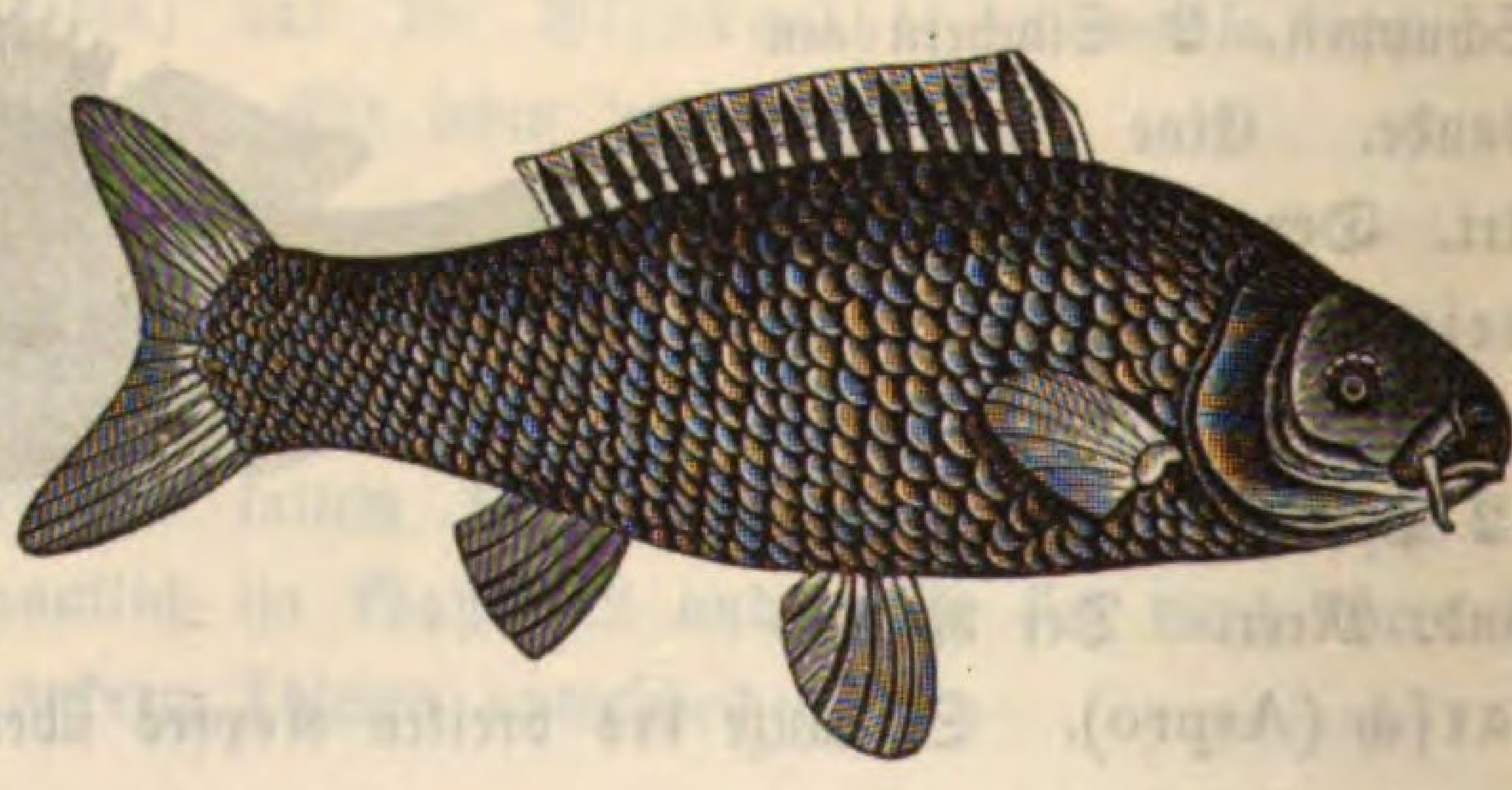


Der Seebarsch (Labrax). Wie vorher, aber Kiemen mit Schuppen. 2 Stacheln am Rande. Eine europäische Art. Der silberfarbige gemeine Seebarsch (L. lupus). 2 Fuß lang, etwa 12 Pfund schwer. Mittelländ. Meer. Der Rauhbarsch (Aspro). Schnauze des breiten Kopfes über das Maul ragend, z. B.:

Der Sträber (A. vulgaris). Im Rhein und in der Rhone. Der Sander oder Zander (Lucioperca). Schnauze nicht vorragend. Spitze kegelförmige Fangzähne zwischen den Hechelzähnen. Der wohlschmeckende gemeine Sander (L. sandra). Rückenflossen schwach gebändert, 20—25 Pfund schwer. Donau, Elbe u. s. w. Die Seebarbe (Mullus). Zwei lange Bartfäden, 3—4 Kiemenstrahlen, 2 Rückenflossen und große Schuppen. Gemeine Seebarbe (M. barbatus). Rosenroth. Der Kaulbarsch oder Kugelbarsch (Acerina). Mit einer Rückenflosse. Der gemeine Kaulbarsch (A. cernua). Olivengrün, mit schwarzbraunen Punkten am Körper und an Flossen. In Flüssen und Seen Europas. Schmackhaft. Die gemeine Makrele (Scomber scombrus). Zwei Rückenflossen, weit von einander entfernt, oben bläulich, mit schwärzlichen Querstreifen, unten silberartig glänzend. 5 falsche Flossen. Nord- und Ostsee. Schmackhaft. Der Thunfisch (Scomber thynus). Die 2 Rückenflossen stoßen zusammen, oben bläulich, unten silberartig glänzend. Schmackhaft. Nord- und Ostsee.

Bauchflosser (Malacopterygii abdominales). Der Lachs oder Salm (Salmo salar). Schwarzgrünlich, an den Seiten bläulich, unregelmäßig braun gefleckt, unten weißlich. Lebt von Würmern, kleinen Insekten und Fischen. Zieht schaarenweise im Mai aus der See aufwärts in die Flüsse Rhein, Elbe, Weser ꝛc. Das röthliche Fleisch wird frisch, geräuchert und marinirt sehr geschätzt. Sälmlinge heißen die jährigen, Weißlachse die ausgewachsenen und fetten, Graulachse die ausgewachsenen und schlechten, Rothlachse die im Meere, Kupferlachse die zur Laichzeit gefangenen. Ferner gehören hierher als meistens bekanntere Fische: Die Stein- oder Bachforelle (S. fario), deren Seiten mit rothen, blau eingefaßten Flecken versehen sind. Der Stint (Osmerus eperlanus). Grau, an den Seiten blaugrün. Schlecht riechend aber wohlschmeckend. Der olivenbräunliche gemeine Karpfen (Cyprinus carpio). Mit einer Spielart „Spiegelkarpfen", fast nackthäutig, mit 3 Reihen großer Schuppen. Die dunkel-olivengrüne Karausche (Cyp. Carassius). Mit hohem stark gekrümmten Rücken und abgestutzter Schwanzflosse. Der Goldfisch (Cyp. auratus). Die gemeine Barbe (Barbus vulgaris; siehe Figur 55). Olivengrün, dunkelpunktirt, Seiten grüngelb, Oberkiefer weit vorstehend, Schwanz gegabelt. Körper schmal. 4 Bartfäden. Die gemeine Schleihe (Tinca vulgaris). Dunkelgrün, unten ins Gelbliche, Schwanzflosse fast abgestutzt, sehr wohlschmeckend. Der gemeine Gründling oder

Figur 55.

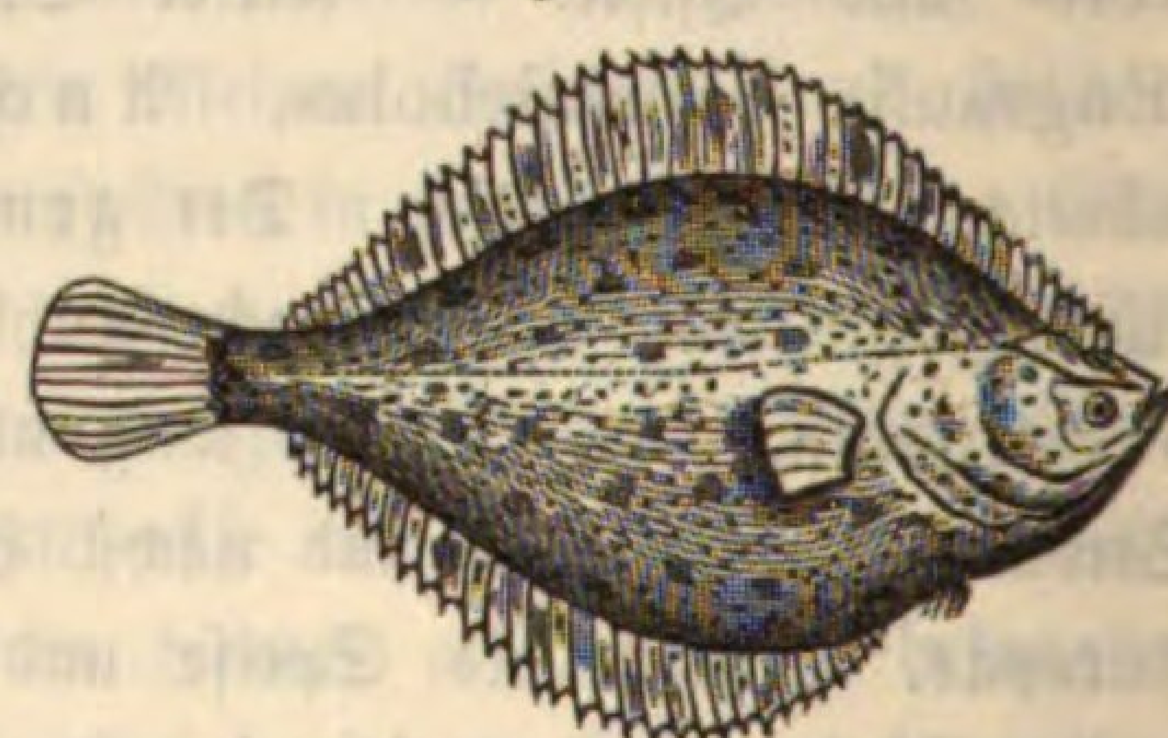


die Grimpe (Gobio fluviatilis). Dunkelgrau, unten weißlich, Rücken- und Schwanzflossen dunkel punktirt. Der braunschwärzliche Wetterfisch (Cobitis fossilis). Mit gelblichen Längsbinden und orangegelbem Bauche, 10 Bartfäden. In schlammigen Gewässern. Der gemeine Hecht (Esox lucius). Der Blei oder Brassen (Abramis brama). Der in wärmeren Meeren gemeine Flugfisch (Exocoetus volitans). Bläulich, unten weiß. Der fliegende Häring oder Springfisch (Ex. exiliens). Bauchflosse größer, als die Schwanzflosse. Erhebt sich 30 Secunden lang über das Meer und kann höchstens 400 Fuß weit fliegen. Der gemeine Häring (Clupea harengus). Zeichnet sich dadurch aus, daß sich 60,000 Eier in einem Weibchen finden. Man unterscheidet 1) Jachthäringe, als die zuerst gefangenen; 2) Häringskönige mit goldschillerndem Kopfe; 3) Matjes, d. h. Mädchenhäringe (noch nicht ausgewachsene); 4) Schoten- oder Hohlhäringe, welche schon gelaicht, und 5) Vollhäringe, welche noch nicht gelaicht haben; 6) Bücklinge (eingesalzene und geräucherte); 7) Pökelhäringe, nach einer verbesserten Methode eingesalzene. Der Breitling oder die Sprotte (C. sprattus). Vorigen ähnlich, aber Kiemendeckel strahlig gestreift. Nord- und Ostsee. — Kieler Sprotten sind sehr beliebt. Echte Sardelle (Engraulis encrasicholus, Anchovis). Mit tief gespaltenem Maule, bläulich, unten weißlich. Der gemeine Wels (Silurus glanis). Leib nackt, Rückenflosse klein, ohne Stachelstrahl, Afterflosse sehr lang, dunkel-schwarzgrün. 6 Bartfäden. 2—7 Fuß lang und 1—3 Centner schwer. In allen großen Strömen Deutschlands und nächst Hausen und Stören der größte Süßwasserfisch Europas. Fleisch als Speise und Blase zu Fischleim benutzt. Der Zitterwels (Malapterurus electricus). Schwarz gefleckt. Ertheilt electrische Schläge. Im Nile. Der Panzerwels (Loricaria cataphracta). Leib achtkantig mit eckigen Knochenschildern, Rückenflosse mit starkem Stachelstrahle. Brasilien.

Die **Kehlflosser** (M. subranchii). Der gemeine Schellfisch (Gadus aeglefinus). 3 Rücken- und 2 Afterflossen, 1 Bartfaden, ungefleckt, Seitenlinien gerade, Schwanzflosse ausgeschnitten. Nordsee. Fleisch sehr schmackhaft. Der Kabeljau (G. morrhua). Gelbgrau, braun gefleckt, Kiefern gleich lang, Seitenlinie gerade. Schwanzflosse abgestutzt. 2—4 F. hoch, 12—30 Pfund schwer. Im nördlichen Weltmeere, vorzüglich um Labrador und Neufundland, an den Nordküsten Großbritanniens sehr häufig. Der Fang desselben beschäftigt ungeheuer viele Menschen und sein Fleisch ist sehr beliebt. Im frischen Zustande heißt er im Handel Kabeljau, gesalzen Laberdan, an Stangen getrocknet Stockfisch, gesalzen und getrocknet Klippfisch. Jedoch werden auch mehre verwandte Arten zubereitet und im Handel so genannt. Sämmtliche Schellfische haben ein gesundes weißes Fleisch, welches sich leicht in Schichten theilt. Aus der Leber wird der in neuerer Zeit als Heilmittel bekannte Leberthran bereitet. Der Dorsch (G. callarias). Graugelblich, braun gefleckt. Oberkiefer länger, Seitenlinie krumm, Schwanzflosse abgestutzt. 1 Fuß lang, 1—2 Pfund schwer. Häufig

in der Ostsee. Der Weißling oder Wittling (Merlangus vulgaris). Silberfarbig. Oberkiefer länger. Nord- und Ostsee. Der olivengrüne unten silberige Leng (Lota molva). In den nordischen Meeren. Macht einen bedeutenden Handelsartikel aus. Die Quappe, Aalraupe (L. fluviatilis). Gelblich, braun marmorirt. In vielen deutschen süßen Wassern. Sehr schmackhaft, mit einem Bartfaden, 2 Rücken- und 1 Afterflosse; wie auch der folgende: Kleiner Stockfisch oder Meerhecht (Merluccius vulgaris). Unterkiefer länger, ohne Bartfaden. Nordsee. Wird in großer Menge gefangen und wie der Kabeljau zubereitet in den Handel gebracht. Die hier erwähnten Arten gehören sämmtlich zu den Schellfischen (Gadini). Besonders ausgezeichnet sind die Plattfische oder Schollen (Pleuronectae), da der Kopf verdreht und das Maul schief ist, so wie beide Augen auf der Seite stehen. Sie haben im Ganzen eine sehr abweichende Form und schwimmen auf der Seite. Leben im Meere und sind sehr wohlschmeckend. Die Schollen haben einen glatten, aber die Butte einen rauhen Körper. Die gemeine Scholle (Platessa vulgaris; siehe Figur 56). Braun, mit runden rothen Flecken. Augen meist rechts. Nordsee. 12 bis 15 Pfund. Sehr schmackhaft. Der Körper ist, so wie auch der der folgenden, fast rautenförmig. Rücken- und Afterflosse reichen nicht bis zur Schwanzflosse. Die Steinbutte (Rhombus maximus). Augen links. Zähne spitz. Oberseite mit einzelnen kleinen Hautknochen, welche am Kopfe Felder bilden. Afterflosse sehr lang. Nord- und Mittelmeer. Sehr schmackhaft. Die Zunge (Solea vulgaris). Mit zungenförmigem Körper. Olivenbraun, schwarz gefleckt. Rücken- und Afterflosse reichen bis zur Schwanzflosse. Augen rechts. Europäische Meere. Sehr schmackhaft. Unter den sogenannten Schildfischen (Echineïdae), welche sich mit ihrer Kopfsaugscheibe an Fischen, Schiffen ꝛc. festsaugen, sind der kleine Schildfisch (Echeneis remora) und der große Schildfisch (E. naucrates) zu erwähnen. Ersterer, mit ausgeschnittener Schwanzflosse, im Mittelmeere. Letzterer mit abgerundeter Schwanzflosse, in allen Meeren. Der Kopf bei ihnen oben flach, mit einer ovalen Saugscheibe versehen. Körper spindelförmig, ohne Schuppen.

Figur 56.



Eine andere Familie mit einer Gattung umfaßt die **Scheibenbäuche** (Discoboli). Ohne Schuppen, Bauchflossen zwischen den breiten Brustflossen in einer Saugscheibe, mit welcher sie sich an Klippen festsaugen; z. B. der Seehase (Cyclopterus lumpus). Mit hohem, dicken, rauhen Körper und 3 Reihen kegeliger Knochenplatten an den Seiten. Nord- und Ostsee. Unschmackhaft.

Die **Kahlbäuche** (Apodes). Nur eine Familie, die der **Aale** (Anguiliformes). Mit schlangenartigem, dickem Körper und in der Haut versteckten Schuppen. Der Flußaal (Muraena anguilla). Dunkelgrün mit einer Rückenflosse, mit Brustflossen, unter welchen die Kiemenspalte unter kleinem unter der Haut verstecktem Kiemendeckel liegt. In Seen und Flüssen. Bekanntlich auf verschiedene Weise bereitet, sehr beliebt. Die gemeine Muräne (Gymnothorax Helena). Mit einer Rückenflosse, ohne Brustflossen, am Halse jederseits eine Kiemenspalte. Braun und gelblich marmorirt. Mittelmeer. Schmackhaft. Der Zitteraal (Gymnotus electricus; s. Fig. 57). Ohne Rückenflosse; Afterflosse sehr lang; rothbraun; Schwanz stumpf. In Binnengewässern Südamerikas. Ertheilt electrische Schläge, die man vor dem Fange an Pferden entladen läßt. Ebenfalls eßbar, aber schwer verdaulich.

Figur 57.

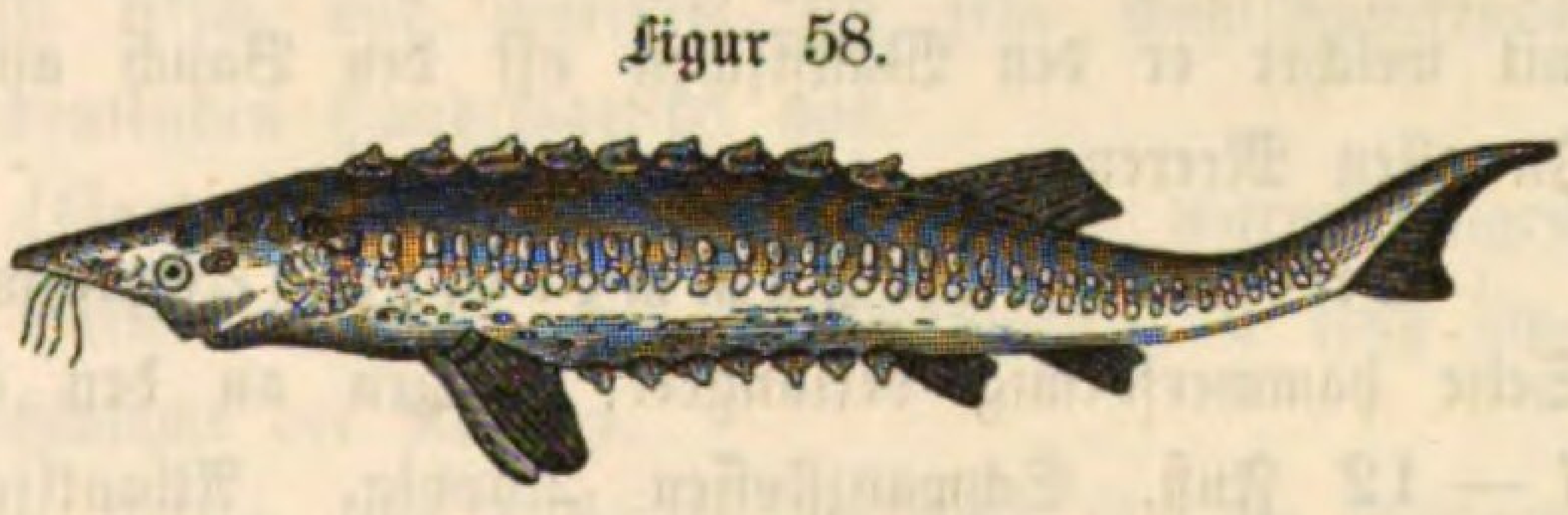


II. Knorpelfische (Chondracanthi).

Zerfällt in solche, die freie Kiemen haben, und in solche, die der freien Kiemen ermangeln; d. h. die Kiemen sind an ihrem äußeren Rande nicht frei, sondern liegen in einer gemeinschaftlichen Höhle. Zu den Freikiemern (Eleutherobranchii) — Freikiemer mit Bauchflossen —, welche eine einzige Ordnung bilden, gehört die einzige Familie der **Störe** (Sturionini). Spindelförmiger Körper mit einem queren Maule unter der Schnauze.

Der gemeine Stör (Acipenser sturio; siehe Figur 58). Körper mit Längsreihen von Knochenschildern. Diese sind strahlig gestreift, wenig von einander entfernt und zwischen deren Reihen kleinere und größere Knochenkerne. Eine Rückenflosse. Kiemendeckel deutlich. 1 Spritzloch und 4 Bartfäden. Blaugrau. Schnauze oder Rüssel abgerundet; über 2mal länger als die Breite der Maulöffnung, 6 bis 18 F. lang, 100 bis 400 Pfund schwer. Nord- und Ostsee, von wo diese Fische in langen schmalen Zügen in die Flüsse steigen. Sie machen wegen ihres wohlschmeckenden Fleisches und namentlich wegen des von ihnen gelieferten Caviars für viele Menschen einen wichtigen Fang aus. In Rußland sollen jährlich durchschnittlich 4,000,000 Pfund gefangen und hiervon ungefähr 800,000 Pfund Caviar (die eingesalzenen Eier)

Figur 58.



geliefert werden. Der weiße Caviar ist der schönste. Aus der Schwimmblase dieser sowie der übrigen Arten wird Fischleim, die sogenannte Hausenblase, bereitet.

Der Hausen (A. huso). Blaugrau. Rüssel spitz, kürzer, als die Breite der Maulöffnung. Schildchen verschwinden mit dem Alter, und zwischen ihren Reihen finden sich nur kleine Knochenspitzen. 5 — 18 Fuß lang und bis 400 Pfund schwer. Schwarzes und kaspisches Meer sowie die Flüsse, welche sich dahin münden. Fleisch und Hausenblasenleim schlechter, als vom Stör.

Die **Haftkiemer** (Plectobranchii), deren Kiemen mit ihrem Außenrande an der Haut festgewachsen sind, umfassen 2 Ordnungen:

Erste Ordnung. Die Quermäuler (Selachii oder Plagiostomi).

Mundöffnung liegt quer unter dem Schnauzenende, Körper ist spindel- oder scheibenförmig, mit körnigen Höckern und mit Brust- und Bauchflossen. Die Weibchen gebären lebendige Junge, welche einen Dottersack am Bauche haben.

Erste Familie. Die **Haifische** (Squalini). Mit fast spindelförmigem Leibe und deutlich vom Kopfe getrennten Brustflossen. Maul mit mehren Reihen beweglicher Zähne. Die größten Fische, durch Raubgier und Muskelstärke höchst gefährlich. — Die vorweltlichen müssen jedoch noch größer gewesen sein.

Der gemeine Hai (Squalus carcharias). Kopf zugespitzt, Schnauze verlängert. Maul meist mit 3eckigen Zähnen, oben 6 und unten 4 Reihen. Aschgrau. 20 — 30 Fuß, über 10,000 Pfund. Lebt in allen Weltmeeren von Fischen, Seehunden u. s. w. und frißt Menschen. Liefert starke Fischhaut. Fett und Leber geben Thran.

Der gemeine Sägefisch (Pristis antiquorum). Grau. 12—15 Fuß. An der Schnauze des verlängerten Kopfes bilden seitlich eingekeilte Zähne eine Säge, mit welcher er den Wallfischen oft den Bauch aufreißt. Säge 4 — 6 Fuß. In allen Meeren.

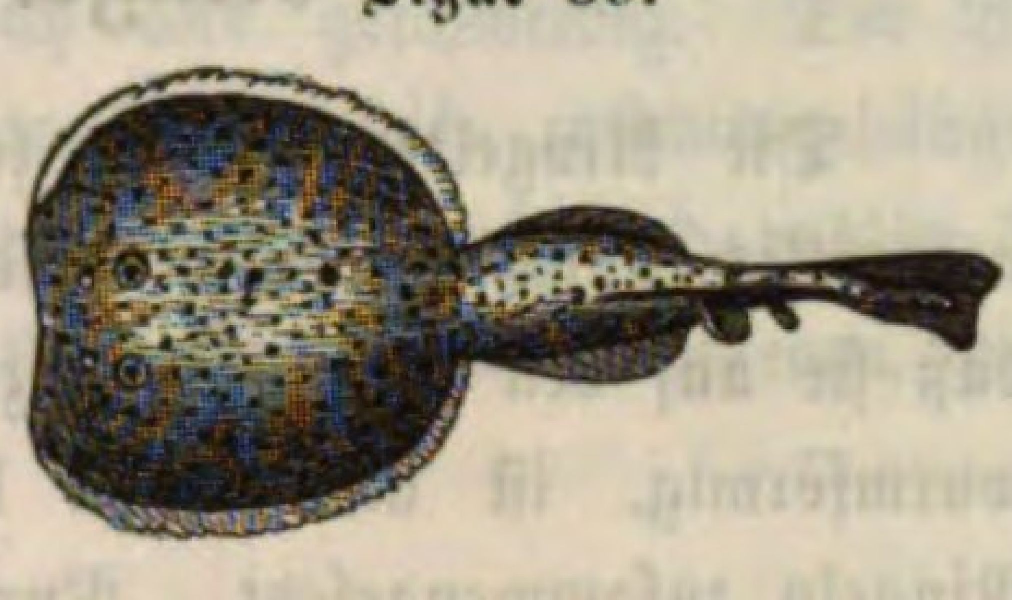
Der gemeine Hammerfisch (Zygaena malleus). Kopf an jeder Seite hammerförmig verlängert, Augen an den äußersten Enden graubraun. 7 — 12 Fuß. Schwanzflossen 2lappig. Atlantisches Meer. Gefräßig und gefährlich.

Zweite Familie. Die **Rochen** (Rajacei). Leib scheibenförmig flach. Maul mit pflastersteinförmigen Zähnen.

Glattroche, Flete (Raja batis). Körper rautenförmig, rauh, aber ohne Stacheln, nur auf dem Schwanze eine Reihe Stacheln; Schwanz lang, dünn, mit 2 Flossen. 3 Fuß lang und etwa 200 Pfund schwer. Nordsee. Größte Art, schmackhaft.

Gemeine Zitterroche (Torpedo Narke; siehe Figur 59). Körper kreisrund, Schwanz kurz, mit kleiner 3eckiger Schwanzflosse. Rothgelb, mit 5 großen Augenflecken. 4 Fuß lang und $3^1/_2$ Fuß breit. Fast in allen Meeren. Theilt willkürlich electrische Schläge aus, verliert aber diese Eigenschaft, wenn der hintere Hirnlappen mit dessen Nerven abgeschnitten wird, und ist dann ohne Nachtheil eßbar.

Figur 59.



Zweite Ordnung. Die Rundmäuler (Cyclostomi).

Mundöffnung rund, am Ende der Schnauze; Körper aalförmig, nackt; ohne Brust- und Bauchflossen. Nur eine Familie: Die **Sauger.** Mit rundem oder halbrundem Saugmunde. Wohlschmeckende Meer- und Süßwasserfische.

Große Lamprete (Petromyzon marinus; siehe Figur 60). Körper aalförmig, mit 7 Kiemenlöchern jederseits am Halse; grünlichgelb und braun marmorirt; zwei deutlich getrennte Rückenflossen. 2 — 5 Fuß lang, größte Art; über 5 Pfund schwer. Fast in allen Meeren Europas; steigt im Frühling in die Flüsse. Das Fleisch derselben ist sehr schmackhaft.

Figur 60.



Flußneunauge oder Pricke (P. fluviatilis). Grünlich, an den Seiten gelblich. Hintere Rückenflossen eckig, in die Schwanzflosse überlaufend. 1 — $1^1/_2$ Fuß lang. Lebt in den Flüssen Europas und wird hauptsächlich im December gefangen. Ist frisch und marinirt ein sehr wohlschmeckender Fisch; macht daher einen bedeutenden Handelsartikel aus.

Der Blindfisch (Gastrobranchus coecus). Mit wurmförmigem Körper; bläulich, an den Seiten röthlich; mit 4 Bartfäden. 1 Fuß lang und fingerdick. Lebt im Schlamme der Nordsee.

Die vorweltlichen Fische liefern sehr wichtige Merkmale für die Gebirgsbildung und manche Gattungen sind viel zahlreicher und größer vertreten gewesen. Man pflegt sie gewöhnlich nach der Verschiedenheit der Schuppen einzutheilen.

Anmerkung. Der hauptsächlichen vorweltlichen Fische wird bei der Petrefactenkunde gedacht werden.

Zweiter Kreis.

Ringel- oder Gliederthiere.

Die Ringelthiere sind sowohl durch ihre innere Organisation, als auch namentlich durch ihre äußere Form, so sehr von den übrigen Thieren verschieden, daß sie auf den ersten Blick zu erkennen sind, denn ihr ganzer Leib, zuweilen wurmförmig, ist aus vielen hintereinander liegenden gleichen oder ungleichen Ringeln zusammengesetzt. Nur drei, selten mehre dieser Ringel tragen deutliche, ebenfalls gegliederte Beine und einige Ringel noch besondere Bewegungsorgane. Nur die Würmer haben gar keine oder nur sehr unvollkommen gegliederte, dann aber zahlreiche, paarige Bewegungsorgane und einen oft wenig deutlich oder gar nicht gegliederten Körper. Sie ermangeln des inneren Skelets, sind aber meistens mit einem panzerähnlichen, zur Beschützung der inneren weichen Theile dienenden äußeren Hautskelet versehen; andere, denen diese Bedeckung fehlt, sind mit ringförmigen Querfalten umgeben. Das Nervensystem ist entwickelter als bei den niederen Thieren; das Blut ist gewöhnlich weiß; der Circulationsapparat entweder sehr unvollständig oder fehlt ganz. Der Mund hat seinen Platz am Kopf und der Speisekanal geht von dem einen Ende des Leibes zum andern; die Organe zum Ergreifen der Nahrungsmittel liegen nicht hintereinander wie bei den Säugethieren, sondern sind immer seitwärts paarweise angebracht; bei Manchen findet man auch noch Kinnladen. Der Körper der meisten Ringelthiere besteht aus 3 Haupttheilen: Kopf, Brust und Hinterleib. Die Brust besteht wieder aus 3 Theilen. Der Hinterleib besteht wieder aus 2mal 3 oder 3mal 3 Ringeln. Die Wasserbewohner athmen meistens durch Kiemen; die Luftbewohner durch Lungensäcke, z. B. einige Spinnen.

Erste Unterabtheilung. Die eigentlichen Gliederthiere.

Diese Gruppe unterscheidet sich von der zweiten Abtheilung oder der der Würmer namentlich dadurch, daß sämmtliche ihr angehörenden Geschöpfe mit gegliederten Ortsbewegungs-Organen, einem weit mehr entwickeltern Nervensystem und einer vollkommenen Organisation begabt sind; jedoch finden auch ebenfalls unter diesen Thieren wieder andere Verschiedenheiten Statt, so daß man veranlaßt worden ist, diese Gruppe in 5 Classen zu theilen, nämlich 1) Insekten, 2) Myriapoden, 3) Arachniden, 4) Krebsthiere oder Crustaceen und 5) die Rankenfüßer.

Erste Classe. Insekten.

Thiere aus 3 großen Körperabschnitten Kopf, Brust und Hinterleib bestehend, mit 6 paarweise zusammengestellten Füßen begabt. Athmen durch Luftröhren und sind die einzigen wirbellosen Thiere, welche mit Flügeln versehen

sind. Ferner ist ihnen ein von der Brust abgesonderter und mit sogenannten Fühlern besetzter Kopf eigenthümlich. Gewöhnlich ist das äußere Hautskelet von einer hornartigen Consistenz, zuweilen aber weich und geschmeidig. Der Bau der Freß- und Saugwerkzeuge, welche mit der Lebensweise zusammenhängen, so wie die Einrichtung der Ortsbewegungs-Organe in der Luft und endlich die Verwandlung, welche diese Thiere erleiden, haben Veranlassung gegeben, diese Classe in verschiedene Ordnungen zu theilen.

Erste Ordnung. Die Käfer (Coleoptera).

Mit horn- oder lederartigen Vorderflügeln, häutigen Hinterflügeln, freibeweglichen weißen Mundtheilen, frei beweglicher Vorderbrust und vollkommener Verwandlung. Die Flügel der Käfer sind ungleichartig, die vordern Flügeldecken sind hornartig und bedecken in der Ruhe die hintern häutigen, breitern, längeren, nur im Fliegen ausgespannten Flügel; diese fehlen bei einigen und dann sind die Flügeldecken meistens verwachsen und die Käfer heißen ungeflügelt. Am Kopfe stehen zwei große Augen und zwei 6—13-, meistens 11gliedrige, sehr verschieden gebildete Fühler; die Mundtheile sind meistens deutlich.

Die **Laufkäfer** (Carabicina). Langbeinige, schnelllaufende Käfer, mit faden- oder borstenförmigen Fühlern und gleich langen Endgliedern, z. B.:

Der Gartenlaufkäfer (Carabus hortensis). Schwarz, röthlich gerandet; Flügeldecken metallisch-bräunlich, verworren gerunzelt, jede mit drei Reihen Grübchen. Kopf weit schmäler als das Schild.

Der schwarze Lederlaufkäfer (C. coriaceus). Schwarz, mit verworren gerunzelten Flügeldecken. Größte Art in Deutschlands Wäldern.

Der Goldschmid (C. auratus). Goldgrün, unten schwarz, jede Flügeldecke mit 3 erhabenen rothen Längsfalten. Häufigste Art bei uns.

Der grüne Sandkäfer (Cicindela campestris). Oben hellgrün; jede Flügeldecke mit weißen Randflecken und einem braungerandeten Mittelfleck; häufig auf sandigen sonnigen Plätzen.

Gemeiner Uferkäfer (Elaphrus riparius). Oben kupferbraun, ins Grünliche, überall fein punktirt; jede Flügeldecke mit 4 Reihen kupferrother Gruben, in deren jeder ein Höcker in der Mitte sich befindet.

Sägehörnige Käfer (Serricornia). Mit gesägten oder gekämmten Fühlern und mit auffallend längeren Endgliedern. Beispiele:

Der Saat-Schnellkäfer (Elater segetis). Dunkel- oder schwarzbraun, dicht grau behaart, fein und dicht punktirt. Fühler und Beine rothbraun; Flügeldecken gestreift punktirt und meistens mit braungelben Längslinien. Häufig auf Wiesen und Feldern.

Mausefarbiger Schmid (Elater murinus). Bräunlichschwarz, scheckig, von grauer oder bräunlicher, feiner Behaarung. Flügeldecken fein punktirtgestreift.

Zweifleckiger Prachtkäfer (Buprestis biguttatus). Blaugrün, jede Flügeldecke mit einem weißen Fleck neben der Naht.

Gemeiner Bohrkäfer oder Todtenuhr (Anobium pertinax). Mit harten walzigen Flügeldecken; dunkelschwarzbraun; bringt durch Klopfen mit dem Kopfe Taschenuhr-ähnliche Schläge in dem Holze hervor.

Weichbehaarter Trotzkopf (A. molle). Röthlichbraun; walzig; fein behaart; Flügeldecken verworren punktirt.

Gemeiner Leuchtkäfer (Lampyris splendidula). Länglich; braun; Weibchen ungeflügelt; die letzten Hinterleibsringe leuchtend. Die ungeflügelten Weibchen (Johanniswürmchen) finden sich um Johannis im Grase; das Männchen dagegen in der Luft fliegend.

Der Bücherbohrer (Ptilinus pecticornis). Schwarzbraun; Fühler und Beine gelbroth; Halsschild fast kugelrund; Flügeldecken unregelmäßig punktirt. Bohrt häufig in Buchen, Eichen, Büchern ꝛc.

Blatthörnige Käfer (Lammellicornia). Letzte Fühlerglieder blatt- oder zahnartig erweitert.

Gemeiner Roßkäfer (Scarabaeus stercorarius). Schwarz, grünlich oder bräunlich; Flügeldecken punktirt-gefurcht, mit glatten Zwischenräumen. Häufig im Pferdemist.

Hirschkäfer (Lucanus cervus; siehe Figur 61). Kastanienbraun; Oberkiefer des Männchens einem Hirschgeweihe ähnlich.

Figur 61.



Der Nashornkäfer (Oryctes nasicornis). Kastanienbraun. Das Männchen hat ein Kopfschild mit gekrümmtem Horne oder mit stumpfem Höcker.

Gemeiner Maikäfer (Melolontha vulgaris). Braun; Halsschild kurz behaart; Flügeldecken rothbraun; Halsschild schwarz oder rothbraun. Eins der schädlichsten Insekten, dessen als Eggerling oder Kartoffelwurm allbekannte Larve an Wurzeln und Ackerpflanzen großen Schaden verursacht. Sie erscheinen nur alle 4 Jahre in Menge, weil die Larve, bis sie sich zum Käfer entwickelt, 4 Jahre gebraucht hat. Maulwürfe, Spitzmäuse, Krähen und Dohlen vertilgen diese Larve.

Junikäfer (M. oder Rhizotrogus solstitialis). Blaßgelbbraun; zottig und lang behaart; Flügeldecken mit 4 weißlichen Längsrippen.

Keulenhörnige Käfer (Clavicornia). Letzte Flügelglieder keulen- oder knopfförmig. Larven mit Beinen und 8 Augen.

Der Rapskäfer (Nitidula aenea). Länglich eirund, gedrängt punktirt, glänzend grün oder bläulich. Einer der häufigsten Käfer auf Feldern.

Der länglich schwarze Speckkäfer (Dermestes lardarius). Flügeldecken mit aschgrau behaarter Querbinde. Sehr häufig.

Gemeiner Todtengräber (Necrophorus vespillo). Schwarz; Fühlerkeule mit 2 Querbinden; auf den Flügeldecken gelbroth; mit einem weißen Mittelpunkte.

Kurzflügler (Brachelyctra). Leben unter Moos und Baumrinden und sind mit sehr kleinen Flügeldecken versehen.

Wolkiger Raubkäfer (Staphylinus nebulosus). Schwarz, mit braunem, etwas grau gemischten Filze bedeckt; Taster und Beine gelbroth.

Mausegrauer Raubkäfer (St. murinus). Unterscheidet sich von dem vorigen durch schwarze Taster und Beine.

Rothflügliger Raubkäfer (St. erythropterus). Schwarz, mit rothen Flügeldecken und Beinen.

Wasserkäfer (Dyticina oder Hydrophilina). Mit Schwimmbeinen; in stehenden Gewässern lebend.

Figur 62.



Der gelbrandige Tauchkäfer (Dyticus marginalis; siehe Figur 62). Eirund; oben schwarzgrün, unten gelb.

Der pechschwarze Schwimmkäfer (Hydrophilus piceus). Länglich-eirund; hinten zugespitzt; pechschwarz, glänzend. Ueberall in Teichen.

Taumelkäfer (Gyrinus mergus oder natatus). Eirund; oben schwärzlichblau; der umgeschlagene Rand des Halsschildes und der Flügeldecken rostroth; Flügeldecken mit Punktstreifen. Schwimmt auf der Oberfläche der Gewässer mit großer Geschwindigkeit im Kreise umher.

Anmerkung. Die bis hierher angeführten Käfer können auch als 5zehige bezeichnet werden, da sie an allen Füßen 5 Tarsen (Fußglieder) haben.

Die Halskäfer (Trachelophora). Kopf ganz frei, nach hinten halsförmig abgeschnürt; Unterkiefer an der Innenseite mit einem hornigen Zahne; Fühler meist schnurförmig oder kolbig. Fressen Pflanzenblätter oder saugen Blüthenhonig.

Der Maiwurm oder Oelkäfer (Meloë proscarabaeus). Flügeldecken bedecken den Hinterleib nicht, sind lederartig gerunzelt; Halsschild etwas verlängert, viereckig, blauschwarz; Fühler des Männchens in der Mitte gekrümmt.

Figur 63.



Spanische Fliege (Lytta vesicatoria; siehe Figur 63). Flügeldecken bedecken den Hinterleib und sind glänzend grün; Füße mit gespaltenen Klauen; Kopf- und Halsschild der Länge nach gefurcht; das Männchen hat längere Fühler als das Weibchen. Lebt im Juni auf Eschen, Hollunder 2c. und ist in ganz Deutschland nicht selten. Ist bekannt wegen ihrer blasenziehenden Eigenschaften und ihrer Anwendung in der Heilkunde. Der wirksame Stoff heißt Cantharidin.

Schwarzflügler (Melanosomata). Kopf vom Halsschilde bedeckt, nicht abgeschnürt, aber mit erweitertem Seitenrande; meist ungeflügelt. In moderndem Holze lebend.

Todtenkäfer (Blaps mortisaga). Schwarz, fein und zerstreut punktirt; Flügeldecken lang, zugespitzt, gewölbt. Galt früher als Vorbote des Todes.

Figur 64.



Der Müller (Tenebrio molitor; s. Fig. 64). Pechschwarz, etwas glänzend; unten rothbraun; Flügeldecken schwach punktirt gestreift; die gelblichen Larven (Mehlwürmer) finden sich häufig auf Kornböden.

Anmerkung. Die Halskäfer und Schwarzflügler gehören zu den ungleichzehigen; die folgenden vier Familien zu den vierzehigen Käfern.

Die Rüsselkäfer (Rhynchophora). Kopf mehr oder weniger in einen Rüssel verlängert, an dessen Spitze sich der Mund befindet, Taster sehr klein. Schwer ohne Zergliederung sichtbar.

Samenkäfer (Bruchus granarius). Schwarz; Halsschild und Flügeldecken mit zerstreuten weißlichen Haarflecken; die 4 Grundglieder und die Vorderbeine sehr groß. Sehr häufig in Hülsenfrüchten.

Der schwarze Haselblattroller (Apoderus coryli). Vorzüglich an Erlen und Haseln, deren Blätter er Tutenweise zusammenrollt, um seine Eier hineinzulegen.

Der Haselrüsselkäfer (Thylacites coryli). Schwärzlichbraun; Stirn und Rüssel breit; hügelig gefurcht; Flügeldecken deutlich punktirt. Häufig und schädlich an Laub und Nadelhölzern.

Großer brauner Kiefernrüsselkäfer (Hylobius oder Curculio pini). Dunkelbraun, gelblich behaart; Halsschild vorn verengt. Ueberall häufig und schädlich an Nadelhölzern.

Der Birnblattnager (Phyllobius pyri). Länglich, schwarz, mit schmalen grünen oder fast goldglänzenden Haarschuppen; Beine und Fühler rostroth oder schwarz. Auf Obstbäumen häufig und schädlich.

Der silberglänzende Blattnager (Ph. argentatus). Länglich,

schwarz, mit rundlichen metallischgrün-glänzenden Haarschuppen bedeckt; die ziemlich dicken und langen Fühler gelblich.

Der längliche Blattnager (Ph. oblongus). Länglich, schmal, schwarz, mit langen grauen Härchen bedeckt; Fühler und Beine roth. Ebenfalls schädlich.

Der schwarze oder braune Kornwurm (Calandra granaria). Nebst dem weißen Kornwurm der schädlichste auf Kornböden.

Weiß punktirter Nadelholz-Rüsselkäfer (Pissodes notatus). Länglich eirund, mit grauweißen Haarschuppen.

Der eirunde schwarze Haselnußbohrer (Balaninus nucum). Mit grauen oder braunen Haarschuppen; Fühler mit kugeligen Peitschengliedern. Die bekannten Würmer in den Haselnüssen sind Maden dieses Käfers.

Der schwärzlich länglich eirunde Buchenspringer (Orchestes fagi).

Der Pappelspringer (O. populi). Dem vorigen ähnlich, aber Fühler und Beine rothgelb. Bei jenem Fühler rothbraun.

Die **Borkenkäfer** (Bostrychini). Die schädlichsten aller Forstinsekten. Kopf wie bei den folgenden Familien ohne Rüssel; Fühler mit kugeligem Kopfe.

Der Fichtenborkenkäfer, Linné's Buchdrucker (Bostrychus typographus). Flügeldecken unten abdachig und daselbst mit 4 Zähnen versehen.

Der große Kiefern-Borkenkäfer (B. stenographus). Flügeldecken hinten abschlüssig; an jeder Seite mit 6 Zähnen versehen.

Zwetschen-Splintkäfer (Eccoptogaster pruni). Grünlich, glänzend; Flügeldecken punktirt gestreift; hinten viel schmäler und mit kleiner Spitze.

Figur 65.



Die **Bockkäfer** (Longicornia; siehe Figur 65). Fühler wenigstens von Körperlänge; Körper gestreckt, meist groß. Leben auf Holzpflanzen oder Kräutern.

Der Runzelbock (Cerambyx cerdo). Schwarz; Halsschild warzig gerunzelt; beiderseits mit kurzen Dornen.

Der Moschusbock (C. moschatus). Metallischgrün, oft ins Kupferrothe. Cerambyx alpinus etc.

Der gemeine Widderkäfer (Clytus arietis). Dunkelschwarz; Vorder- und Hinterrand des Halses gelb.

Der geschweifte Widderkäfer (Cl. arcuatus). Oberseite mit gelben Flecken.

Gemeiner Zangenbock (Rhagium mordax). Schwarz, dicht gelb behaart; Flügeldecken mit 2 breiten gelblichen Querbinden, über der Mitte 12 Linien.

Die **Blattkäfer** (Chrysomelina). Fühler faserförmig oder allmälig verdickt, selten, meist kürzer als die halbe Körperlänge. Körper kurz gedrungen, meist klein. Zahlreich vertreten, z. B.:

Der Lilienkäfer (Lema merdigera). Schwarz. Hals und Flügeldecken scharlachroth.

Grüner Schildkäfer (Cassida viridis). Lebhaft grün, unten schwarz.

Gemeiner Erdfloh (Haltica oleracea). Stahlblau oder grün. Halsschild mit deutlicher Querfurche.

Hainflohkäfer (H. nemorum). Schwarz, fein punktirt.

Der Blattkäfer (Chrysomela). Mit zerstreut punktirten Flügeldecken. Mit 180 verschiedenen europäischen Arten.

Die **Kugelkäfer** (Coccinellina). 3zehige Käfer; Leib halbkugelig, unten flach; Hinterleib von den Flügeln halb bedeckt, z. B.:

Das veränderliche Sonnenkälbchen (Coccinella variabilis).

Zweite Ordnung. Die Geradflügler (Orthoptera).

Gleichen den vorigen hinsichtlich des allgemeinen Baues, so wie durch die Anzahl und Consistenz ihrer Flügel; aber sie unterscheiden sich von ihnen hinsichtlich der Art, wie sie ihre Flügel falten, als hinsichtlich der Natur ihrer Umwandlungen. Flügeldecken sind netzartig, weniger hart und falten sich im Zustande der Ruhe mehrfächerig zusammen. Hinterflügel länger, breiter, häutig, der Länge nach gefaltet; Vorderflügel schmal, gerade; nur einige unbeflügelt.

Honiginsekten. Meist durch langgestreckten Leib ausgezeichnet. Kopf mit beißenden Freßwerkzeugen. Hierher gehören z. B. folgende Thiere:

Der gemeine Grashüpfer (Tetrex bipunctata; siehe Figur 66), dessen Kopf in einer vorn und hinten erweiterten Kappe sich befindet und dessen Vorderbrust meistens bräunlich ist.

Figur 66.



Die grünliche Wanderheuschrecke (Acridium migratorium). Mit freiem Kopf ohne Kappe.

Die Fangheuschrecke oder das Weinhähnel (Mantis religiosa; siehe Figur 67).

Figur 67.



Die Gattung **Grille** (Gryllus).

Das gelblichgraue Heimchen oder die Hausgrille (G. domesticus).

Die grüne Laubheuschrecke oder das große Heupferdchen (Locusta viridissima).

Die Kuchen- oder Brodschabe (Blatta orientalis).

Der gemeine Ohrwurm (Forficula auricularia).

Dritte Ordnung. Die Netzflügler (Neuroptera).

Unterscheiden sich von andern Insekten durch ihre vier Flügel, welche häutig, netzartig, dünn und zart sind. Sie haben gewöhnlich einen langen und sehr dünngestreckten Leib. Man kennt etwa 800 Arten, von denen manche eine vollständige, manche eine halbe Umwandlung erleiden. Beispiele:

Die Wasserjungfer (Libellula). Mit drei großen Flügeln.

Figur 68.



Der Plattbauch (L. depressa).

Die vierfleckige Wasserjungfer (L. quadrimaculata).

Der bräunliche Ameisenlöwe (Myrmecoleon formicarius; siehe Figur 68).

Die Termite, welche gesellig wie die Ameisen lebt.

Vierte Ordnung. Die Hautflügler (Hymenoptera)

bilden den Uebergang zwischen den saugenden und beißenden Insekten; haben scheinbar nackte, mit wenigen astförmig verzweigten Adern durchzogene Flügel; ihre Vorderflügel sind länger und breiter als die Hinterflügel. Sie erleiden eine vollkommene Umwandlung. Beispiele:

Die grüne Blattwespe (Tenthredo scalaris).

Die Fichtenholzwespe (Sirex gigas).

Die Hornisse (Vespra crabro). Schwarz, mit braunrothen Fühlern und Kopf.

Die gemeine Wespe (V. vulgaris). Schwarz, mit gelbgeflecktem Kopf und gelbem Hinterleib.

Die Erdhummel (Bombus terrestris). Schwarz, mit weißem After.

Die Ameise (Formica rufa). Ungeflügelt.

Die Honigbiene (Apis melifica). Schwarz, bläulichgrau behaart.

Die Gesellschaft (Stock, Bienenschwarm) besteht 1) aus 600 bis 800 Männchen, Drohnen, Hummeln, die etwas größer und gedrungener sind als 2) die Arbeitsbienen oder Geschlechtslosen, die man für verkümmerte Weibchen ansieht und deren Zahl oft 10,000 bis 30,000 beträgt; 3) meistens aus einem einzigen Weibchen, welches Königin, Mutterbiene oder Weiser heißt, die größte und langleibigste, das einzige Weibchen in jedem Stock. Die Arbeitsbienen, welche allein alle Arbeit im Korbe verrichten, haben an den Hinterscheiden eine Vertiefung nach außen, Körbchen, Hosen zum Einsammeln des Blumenstaubes. Nur Weibchen und Arbeiter haben einen Stachel, der beim Stechen in der Wunde zurückbleibt, oder doch durch das Losreißen den Bauch der Biene so beschädigt, daß sie sterben muß. Die Bienen bauen ihre Zellen aus Wachs, welches aus Honig sich umbildet. Einige der Wachszellen werden mit Honig gefüllt, welchen die Bienen aus Blumen saugen und durch Erbrechen wieder von sich geben; in andere legt die Königin ein oder mehrere Eier, aus denen Männchen, Weibchen und Arbeiter sich entwickeln. Sind mehrere Königinnen vorhanden und zu viele Bewohner im Stock, so zieht ein Theil von der Königin geführt aus, um eine andere Wohnung anzulegen (sie schwärmen), und dies geschieht 3 bis 4 Mal in einem Sommer. Die Drohnen erscheinen erst im Frühjahr im Stock, haben keinen Stachel, fliegen selten aus, und nur bei warmem Wetter, tragen nicht ein, arbeiten nicht und werden gegen Herbst sämmtlich nebst der Königin getödtet und aus dem Stock geworfen.

Fünfte Ordnung. Die Schmetterlinge (Lepidoptera).

Der Mund ist zum Aussaugen der Säfte geeignet und hat die Form eines spiralförmigen Rüssels. Diese Insekten haben vier ganz oder größtentheils mit Schuppen bedeckte Flügel und erleiden eine vollständige Umwandlung. Die Larven sind unter dem Namen „Raupen" bekannt. Beispiele:

Der Admiral (Vanessa Atalanta). Schwarz, Vorderflügel an der Spitze weiß gefleckt, mit rother Querbinde; Hinterflügel mit schwarz punktirter rother Randbinde.

Tagpfauenauge (V. Jo). Braunroth; jeder Flügel mit großem Auge.

Trauermantel (V. Antiopa). Sammetbraun, mit schwefelgelbem, zuweilen weißem Saume und mit blauen Flecken vor dem Außenrande.

Ligusterschwärmer (Sphinx ligustri). Vorderflügel röthlichgrau, mit

schwarzbrauner Mitte, braunem Hinter- oder Außenrande und weißgrauer Spitze. Hinterflügel und Hinterleib rosenroth mit schwarzen Binden. Raupe hellgrün.

Der Kohlweißling (Papilio brassicae). Weiß; Spitze der Vorderflügel bis zur Hälfte des Außenrandes herab schwarz. Die Raupe blaugrün.

Schwalbenschwanz (P. Machaon). Schwefelgelb, schwarz gesäumt; Vorderrand der Vorderflügel mit schwarzen Flecken versehen. Raupe grünlich, mit schwarzen Querbinden und rothen Punkten.

Seiden- oder Maulbeerspinner. Gelblich oder schmutzigweiß; Vorderflügel mit 2 bis 3 dunklen Querstreifen versehen. Lebt auf dem weißen Maulbeerbaume. Seidenwürmer (Seidenraupen) spinnen länglich runde, meist gelbe, selten weiße Gespinnste, Puppenhüllen (Cocons), welche die Seide liefern und aus drei Lagen bestehen: die äußere liefert die Flock- oder Floretseide, die zweite die feine Seide und die dritte die Seidenwatte. Etwa 2000 Gespinnste liefern 1 Pfund gesponnene Seide.

Der Ringelspinner (Gastropacha neustria). Ockergelb bis rothbraun. Raupen mit blauen, rothen und gelben Streifen. Das Weibchen klebt die Eier ringförmig um die jährigen Triebe der Bäume.

Hierher gehören auch die Eulen und Motten, z. B.:

Die Kohleule (Mamestra brassicae). Mit schwarzbraunen, rothbraun gewölbten Vorderflügeln.

Die Obstspannraupe oder der Winterspanner (Acidalia brumata). Schmutzig braungrau; auf den Hinterflügeln heller. Vorderflügel mit mehreren wellenförmig dunklen Querlinien, deren mittelste immer undeutlich ist. Das Weibchen mit kurzen Flügelstummeln ist weiß bestäubt.

Die Kleidermotte (Tinea sarcitella). Mit silbergrauen Flügeln, an deren Wurzeln zu beiden Seiten des Rückens ein weißer Punkt sich befindet.

Die Kornmotte (weißer Kornwurm) mit gelblichem Kopfe und lang gefranseten Flügeln; Vorderflügel graubraun und schwärzlich marmorirt und hinten etwas in die Höhe gebogen, wenn die Motte ruhig sitzt. Hinterflügel bräunlich.

Die Pelzmotte (T. pellionella). Mit weißem Kopf- und Halskragen und silbergrauen Flügeln.

Sechste Ordnung. Halbflügler (Hemiptera).

Mit vier ungleichartigen oder vier gleichartigen oder gar keinen Flügeln; haben stets einen Saugrüssel oder Schnabel und erleiden eine unvollkommene Umwandlung. Beispiele:

Der gemeine Floh (Pulex irritans).

Die Bettwanze (Acanthia lectularia).

Die Beerenwanze oder der Qualster (Cimex baccarum).

Die gefleckte Zirpe (Cicada maculata).

Die Kohlblattlaus (Aphis brassicae).

Die echte Cochenillelaus (Coccus cacti), welche auf der Cactus opuntia lebt und die schöne Carminfarbe liefert.

Siebente Ordnung. Die Zweiflügler, Fliegen (Diptera).

Mit zweihäutigen aderigen Flügeln, hinter denen zwei gestielte Köpfe oder Stielköpfchen stehen; ferner mit einem nur zum Saugen eingerichteten Mund, bald hornigem und langem, bald zurückziehbarem Rüssel versehen. Beispiele:

Die gemeine Stechmücke (Culex pipiens).

Die Stubenfliege (Musca domestica).

Die Viehbremse (Tabanus bovinus).

Nach Manchen wird auch der Floh hierher gerechnet.

Achte Ordnung. Rhipipteren (Rhipiptera).

Ebenfalls Insekten mit zwei Flügeln, die aber der Länge nach wie ein Fächer gefaltet sind. Sie leben im Larvenzustande als Schmarotzerthiere am Hintertheile der Wespe und anderer Hautflügler. Man kennt nur 2 Gattungen, nämlich Stylops und Xenos.

Neunte Ordnung. Parasiten oder Schmarotzerinsekten.

Besitzen niemals Flügel und leben auf andern Thieren. Hierher gehören die Läuse (Pediculidae) und die Holzböcke (Ricini), z. B.:

Die Kopflaus (Pediculus capitis).

Zehnte Ordnung. Thysanuren (Thysanura).

Ebenfalls unbeflügelt, unterscheiden sich von den vorigen durch ihren Kauapparat und die Anhängsel ihres Hinterleibs, z. B.:

Das Fischchen (Machilis).

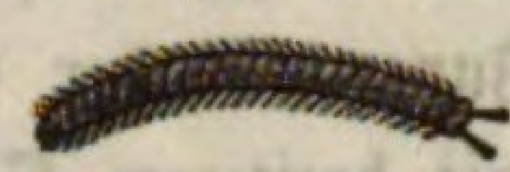
Der Zuckergast (Lepisma).

Zweite Classe. Die Myriapoden.

Die hierher gehörenden Thiere stehen hinsichtlich der Respiration den Insekten gleich, unterscheiden sich aber von denselben, so wie auch von der folgenden Classe wesentlich durch ihre Form. Sie sind unbeflügelt, mit 24 Fuß-Paaren und oft noch mehreren versehen, und ihr Leib läßt keinen Unterschied zwischen Brust und Hinterleib erkennen. Als Ordnungen dieser Classe können die Chylognaten und Chylopoden angeführt werden, von denen die ersteren sich durch einen walzenförmigen, die letzteren durch einen plattgedrückten Leib leicht erkennen lassen. Außerdem bildet aber auch die verschiedene Art der Fühler einen Hauptunterschied. Beispiele:

Die gemeine Roll- oder Kugelassel (Armadillo vulgaris). Grau und gefleckt, an feuchten und dunklen Stellen lebend.

Figur 69.



Der gemeine Tausendfuß (Julus terrestris; siehe Figur 69).

Der gemeine Skolopender (Scolopendra forficata).

Dritte Classe. **Die Arachniden** (Spinnenthiere).

Gegliederte Thiere, ebenfalls mit Luftrespiration versehen, aber mit 4 Fußpaaren begabt, ohne Flügel; Brust und Kopf mit einander verwachsen. Beispiele:

Figur 70.



Der dunkelbraune europäische Scorpion (Scorpio europaeus; siehe Figur 70).

Die Tarantelspinne (Lycosa tarantula). Aschgrau. Bruststück weiß gesäumt; Hinterleib oben mit weißen Querstreifen; unten safrangelb mit schwarzen Querbinden.

Sackspinne (L. saccata). Schwarzbraun, Rand des Bruststücks ein Mittelgrad desselben; ein Längstreif am Grunde des Hinterleibs und Ringel der Beine gelbweiß.

Hausspinne (Tegenaria). Gelbbraun, Hinterleib mit zwei Reihen gelblicher Flecke.

Käsemilbe (Acarus siro). Mit weißlichgelbem, weichen, gewölbten Leib, welcher mit langen Borsten versehen ist.

Krätzmilbe des Menschen (Sarcoptes exulcerans). Platt, rundlich, weiß gestreift, mit höckerigem Rücken. Bohrt sich in die Furchen der Oberhaut des Menschen ein; gräbt haarfeine Gänge, welche mit einer Pustel oder Krätzblase endigen.

Vierte Classe. **Crustaceen** oder **Krebsthiere** (Crustacea).

Flügellose Gliederthiere, deren Körperbedeckung kalkig, horn- oder lederartig, selten häutig ist; mit 2—4 Fühlern, gestielten oder ungestielten Augen; Leib mit vielen meist ungleichen Ringeln und mit zehn oder mehreren sehr verschiedenartig gebildeten Beinen, an denen runde Kiemenblätter sich befinden.

Man theilt die Crustaceen nach der verschiedenen Bildung ihres Mundes ein: 1) in beißende Crustaceen, deren Mund mit Kinnladen und Kinnbacken zum Beißen versehen bewaffnet ist; 2) in saugende Crustaceen, deren Mund röhrenförmig zum Saugen geeignet ist; 3) in Molukkenkrebse, welche einen Mund mit Füßen umgeben führen, deren Basis den Dienst der Kinnladen verrichtet.

Eine andere Eintheilung ist folgende:

Erste Ordnung. **Schalenkrebse** (Malacostraca).

Mit deutlichen Kopf- und Leibesringeln; meist harter, kalkiger, selten hornartiger Körperbedeckung, z. B. der Flußkrebs (Astacus fluviatilis).

Mit 6 scheerenförmigen Füßen, von denen die ersteren Scheeren größer sind. Innenrand der Scheeren fein gezähnelt. Grünlichbraun, gekocht roth. Weibchen mit breiterem Schwanze. Männchen mit größeren Scheeren.

Hummer (Homarus vulgaris). Mit scheerenförmigen Füßen; die vorderen Scheeren sehr groß, ungleich, die linken mit starken Höckerzähnen versehen. Lebt in der Nord- und Ostsee und wird jährlich in sogenannten Hummerkörben bis über eine Million gefangen und als Leckerbissen verkauft.

Garnele oder Garnate (Crangon vulgaris). Grünbläulich, grau punktirt, durchscheinend; Bruststück platt. Findet sich häufig und gesellig an unsern Meeresküsten und wird des angenehmen Geschmacks wegen gern gegessen.

Breiter Taschenkrebs (Cancer pagurus). Stirn mit 3, Bruststück mit jederseits 9 stumpfen Kerbzähnen.

Gemeine Krabbe (Portunus maenas). Bruststück körnig, jederseits 5zähnig; Stirn stumpf; 3zähnig, Scheeren kantig. Ist wegen des guten Geschmacks ein wichtiger Handelsartikel und wird zu Millionen an der europäischen, vorzüglich adriatischen Küste gefangen.

Zweite Ordnung. Kiemenfüßer oder Muschelkrebse (Entomostraca).

Kopf deutlich, Körperbedeckung weich, dünn, entweder ein breites Schild oder eine zweiklappige Muschelschale bildend, z. B. gemeiner Muschelkrebs (Cypris conchacea). Schalen gelblichweiß, platt, nierenförmig.

Gemeiner Wasserfloh (Daphnia pulex). Röthlich. Darm und Eier grünlich. 2 verästelte Fühler.

Dritte Ordnung. Kopflose Krebse (Pseudocephala).

Ermangeln eines eigentlichen Kopfes und haben auf der Unterseite meistens einen rüsselförmig verlängerten Saugmund mit Kiefern.

Fischlaus (Caligus piscinus). Mit 12 Beinen, 2 Fühlern, 2 langen Schwanzfäden. Bleibt beständig beweglich. Schmarotzt an Lachsen und Schellfischen.

Fünfte Classe. Die Rankenfüßer.

Thiere, welche ebenfalls durch Kiemen im Wasser und durch die Haut athmen, aber der Füße für Ortsbewegung in erwachsenem Alter ermangeln; in der Jugend im Wasser herumschwimmen, aber später auf andern Körpern leben. Ihr Leib ist ganz oder theilweise in eine Schale eingeschlossen und mit 12 Paar Armen oder Ranken versehen, denen ein Durchgang durch die Schalen gestattet ist. Beispiele:

Glatte Entenmuschel (Anatifa levis). Mit glatten Schalen, aus fünf ungleich großen Stücken bestehend.

Seetulpe (Balanus tintinnabulum). Mit röthlicher, längs- und quergestreifter Schale, welche eine tulpenförmige Gestalt hat.

Zweite Unterabtheilung. Die Würmer (Vermes).

Diese Thiere sind ebenfalls gegliedert, aber die Theilung der Ringe ist nicht so deutlich ausgeprägt, wie bei den eigentlichen Gliederthieren. Sie ermangeln der gegliederten Organe für die Ortsbewegung, welche mitunter höchstens durch Warzen angedeutet sind.

Diese Unterabtheilung läßt sich in 3 Classen, nämlich in Anneliden, Räderthiere und Eingeweidewürmer eintheilen.

Die **erste Classe** ist dadurch ausgezeichnet, daß die dahin gehörenden Würmer durch Kiemen athmen, fast immer gefärbtes Blut haben, noch ein Kopfnervensystem erkennen lassen und anstatt der Füße mit borstentragenden Warzen versehen sind. Ihr Leib ist sehr lang gestreckt und in viele kreisrunde Ringe getheilt.

Die **zweite Classe** oder die **Räderthiere**. Diese Geschöpfe athmen durch die Haut, haben farbloses Blut, nur ein angedeutetes Nervensystem und ermangeln der borstentragenden Warze. Diese Thiere sind im Allgemeinen mit vibrirenden Organen versehen, die am vordern Ende des Leibes stehen und das Aussehen eines Rades haben.

Die Classe der **Eingeweidewürmer** umfaßt solche Thiere, denen die Respirationsorgane fehlen und deren höchstens angedeutetes Nervensystem nur ein zartes Nervenpaar bietet. Beispiele:

Gemeiner Regenwurm (Lumbricus terrestris). Röthlich, mit 80 — 120 durch Furchen getheilten Ringeln.

Gemeiner Spulwurm (Ascaris lumbricoides). 6 — 15 Zoll lang. In den Dünndarmen der Menschen lebend.

Der Blutegel (Hirudo medicinalis). Olivengrün, mit rostrothen, schwarzgefleckten Längsbinden auf dem Rücken.

Der langgliederige oder Kürbis-Bandwurm (Taenia solum). Etwa 50 Fuß lang.

Dritter Kreis.

Mollusken oder Weichthiere (Mollusca).

Diese Thiere ermangeln sowohl des inneren, als eines aus Ringeln bestehenden äußeren Skelets. Ihr Leib ist bald nackt, bald mit einem Muschelgehäuse bedeckt. Man theilt sie in eigentliche Mollusken und Mantelthiere ein.

Die eigentlichen Mollusken sind mit einem Nervensystem, welches aus mehren durch Markfäden vereinigten Ganglien zusammengesetzt ist, und mit einem sehr entwickelten Gefäßapparat versehen. Ihre Fortpflanzung geschieht durch Eier, ihr Leib ist gewöhnlich sehr weich.

Man theilt sie in 4 Classen, nämlich: 1) in **Cephalopoden** oder **Kopffüßer.** Mit einem deutlichen Kopf, gewöhnlich 2 Augen, Ortsbewegungsorgane meistens in Form von Fühlern oder Armen um den Mund herumstehend.

2) **Gasteropoden** oder **Bauchfüßer.** Mit einer unter dem Bauche befindlichen, zur Ortsbewegung dienenden, fleischigen Scheibe.

3) **Pteropoden** oder **Flossenfüßer**; deren Ortsbewegungsorgane an jeder Seite des Halses stehen und auf die Form eines Schwimmruders deuten.

4) Die **Acephalen** oder **Kopflosen.** Welche keinen deutlichen Kopf wahrnehmen lassen, und deren Leib gleichsam in einem Mantel, wiederum mit einer aus 2 Schalen zusammengesetzten Muschel bedeckt, eingehüllt ist.

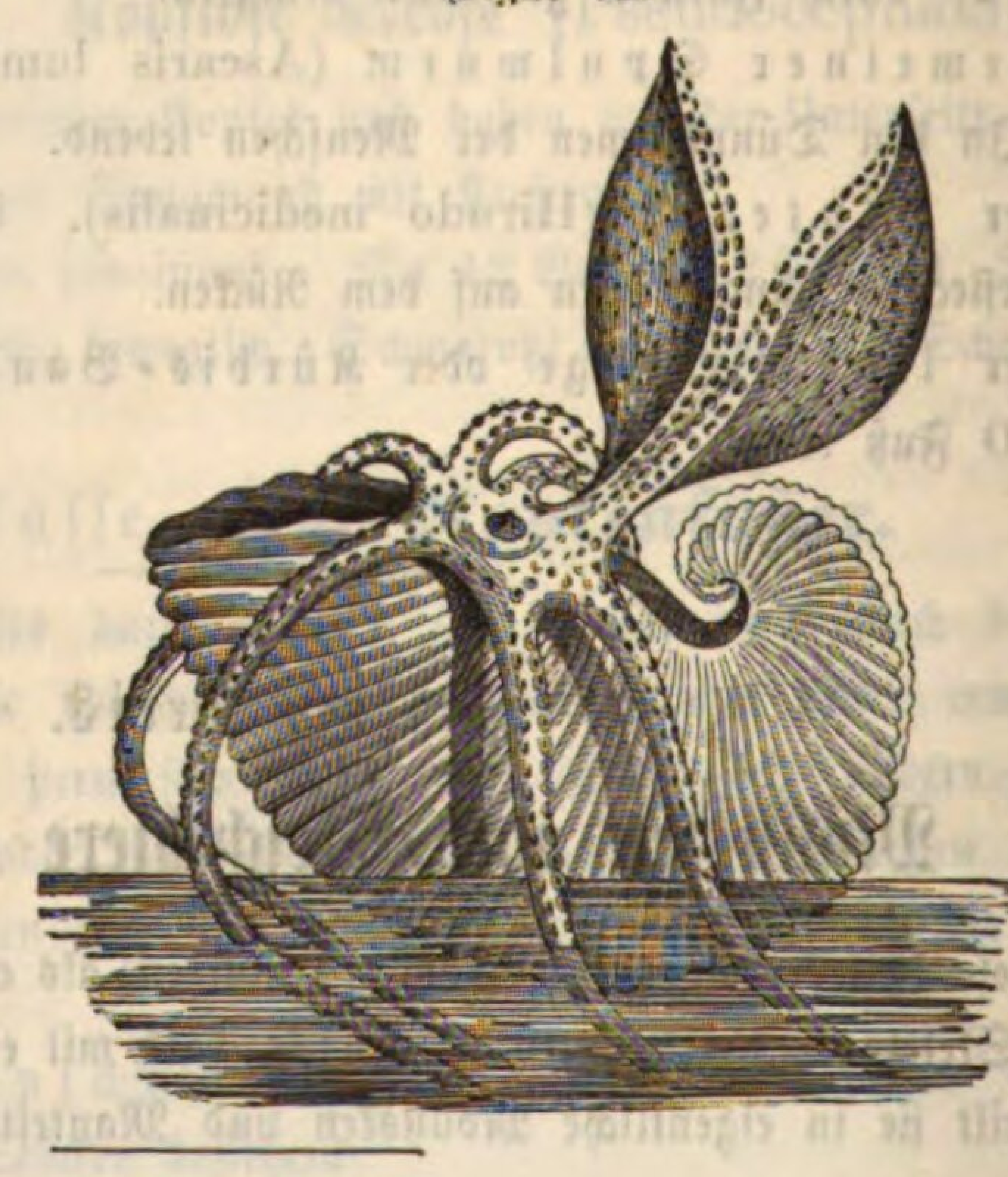
Die zweite Reihe der Mollusken, nämlich die eigentlichen **Mantelthiere,** haben entweder nur ein angedeutetes oder gar kein Nervensystem, meistens einen unvollständigen Gefäßapparat und pflanzen sich sowohl durch Eier, als auch durch Knospen fort.

Als Beispiele der Mollusken oder Weichthiere können folgende aufgeführt werden: Die verschiedenen Schneckenarten, unter anderen die große Wegschnecke (Limax empiricorum; siehe Figur 71). Die gemeine Flügelhornschnecke (Pteroceras lambis). Ferner die verschiedenen Muscheln oder Muschelthiere, wie die gemeine Auster (Ostrea edulis). Die Venusmuschel (Cytherea dionae). Die Ammonshörner (Ammonites). Das Perlboot (Nautilus). Das Papierboot (Argonata; siehe Figur 72). Der gemeine Tintenfisch (Sepia officinalis) u. s. w.

Figur 71.



Figur 72.



Vierter Kreis.

Die Zoophyten oder Pflanzenthiere.

Diese auf der untersten Stufe stehenden Thiere ermangeln meistens eines Nervensystems, haben weder ein inneres noch äußeres gegliedertes Skelet und die verschiedenen Theile des Körpers um einen Mittelpunkt gruppirt. Der größte Theil dieser Einzelwesen zeigt eine solche Aehnlichkeit mit der Pflanzenwelt, daß ihre animalische Natur lange Zeit verkannt worden ist, so daß sie den Uebergang vom Thier- zum Pflanzenreich zu bilden scheint, weshalb ihnen der obige Namen beigelegt worden ist.

Die Verschiedenheiten des Baues dieser Geschöpfe erheischt eine Eintheilung in 5 Classen, nämlich:

1) **Sternthiere.** Mit einem strahligen Bauch, sehr dichter Haut, welche häufig mit Stacheln versehen ist.

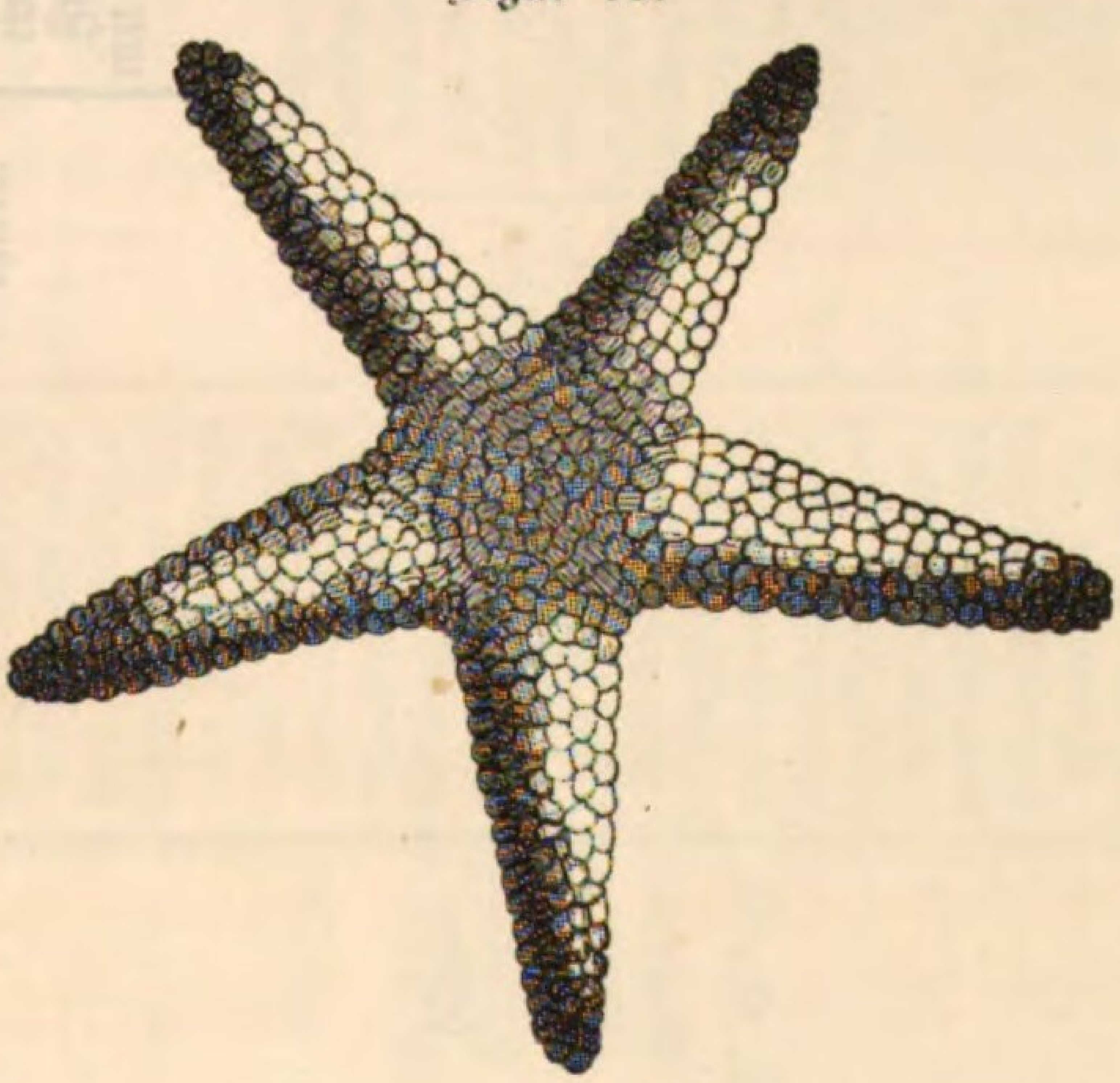
2) **Seequallen.** Von gallertartiger Consistenz, deren Leib meistens eine Scheibe oder ein zusammenziehender Sack ist.

3) **Polypen.** Welche fast immer auf dem Boden festsitzen und der besonderen Organe ermangeln; kommen gewöhnlich zusammengehäuft, von einer hornartigen oder kalkigen Hülle eingeschlossen, vor.

4) **Infusorien** oder **Magenthiere.** Von einer sphäroidähnlichen Form, mit gewöhnlich vibrirenden Wimpern, fächerförmigen Anhängseln, welche zum Schwimmen dienen und einem Leib mit mehreren inneren Höhlen, welche gleichsam als Magen dienen.

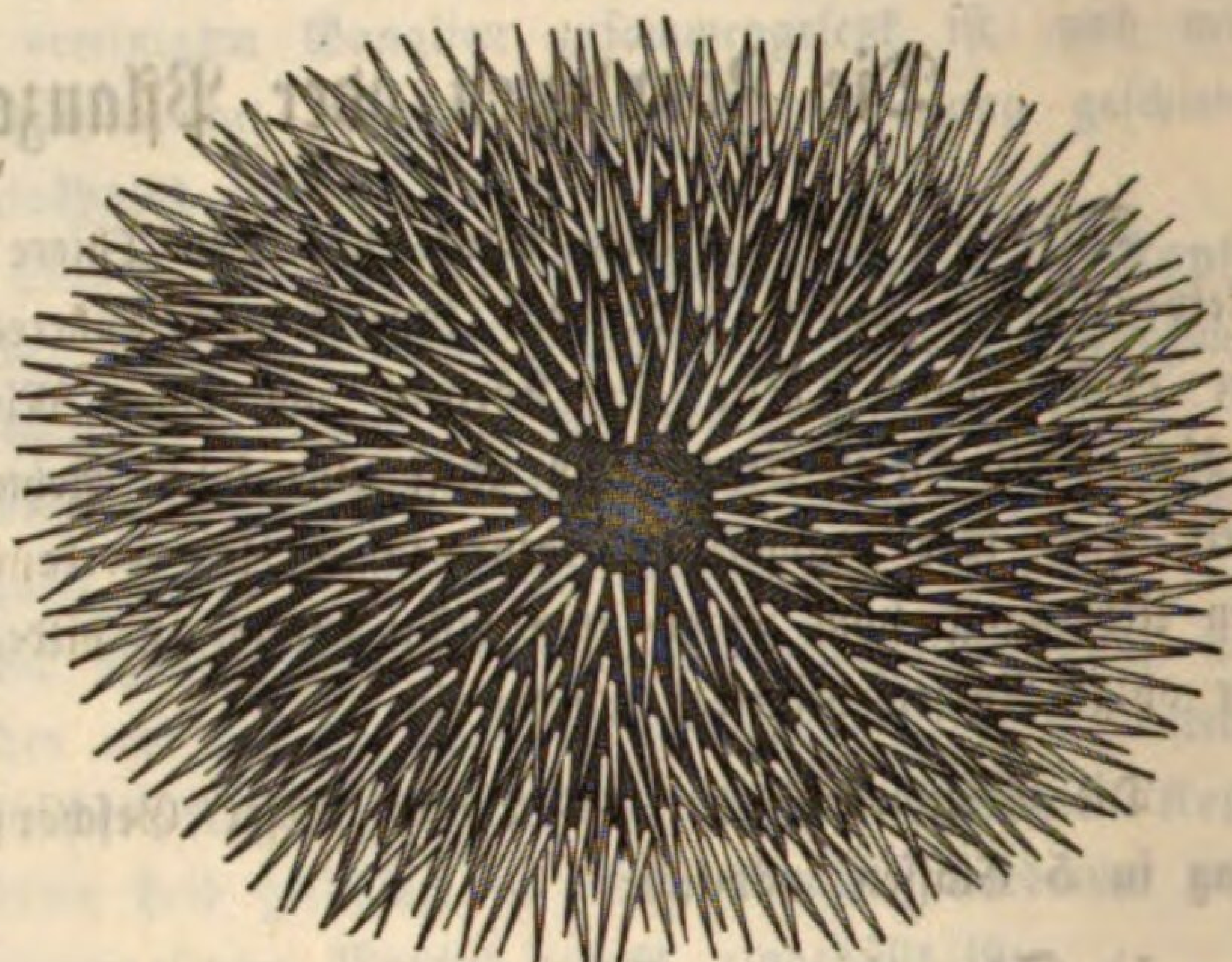
5) **Spongozoen** oder **Meerschwämme.** Gleichen in ihrer Jugend der Thierwelt, später aber der Pflanzenwelt. Der Körper ist sphäroidisch, später aber unregelmäßig und unbestimmt. Ermangeln der Greif- und Ortsbewegungsorgane, sind von Kanälen durchzogen und von hornartigen, kalkigen oder kieseligen Spickeln unterstützt.

Figur 73.



Als Beispiele der Pflanzenthiere mögen folgende aufgeführt werden: Der gemeine Seestern (Asterias rubens; siehe Figur 73). Der See-

Figur 74.



igel (Echinus esculentus; siehe Figur 74). Die gemeine Ohrenqualle (Medusa aurita). Die rothe oder Edelkoralle (Corallium rubrum). Der grüne Armpolyp (Hydra viridis). Der braune Armpolyp (Hydra fusca). Die ästige Stachelkugel (Banthidium ramosum). Das gemeine Wirbelthierchen (Rotiver vulgaris) u. s. w.

Zum Schluß folgt hier eine tabellarische Uebersicht der verschiedenen Thier-Classen.

Tabelle.

							Klasse.	Beispiele.
1. Kreis. Wirbelthiere.	Ein inneres Skelet, ein Cerebrospinal-Nervensystem. Die Organe des höheren thierischen Lebens liegen symmetrisch gegen eine Medianebene.	Wirbelthiere mit Brüsten.	Säugeorgane. Warmes Blut. Vollständiger Kreislauf und ein Herz mit vier Höhlen. Einfache Lungenathmung. Die Lappen des kleinen Gehirns sind durch eine ringförmige Erhabenheit (die Varolsbrücke) vereinigt. Der Unterkiefer artikulirt unmittelbar mit der Hirnschale. Der Leib ist gewöhnlich mit Haaren bedeckt.				Säugethiere.	Mensch, Affe, Hund, Pferd, Wallfisch.
		Eierlegende Wirbelthiere.	Keine Säugeorgane. Das Gehirn hat keine ringförmige Erhabenheit. Der Unterkiefer ist durch einen oder zwei Zwischenknochen mit der Hirnschale vereinigt.	Eierleger mit warmem Blut.	Die Temperatur des Körpers ist consistent. Ein vollständiger Kreislauf und ein Herz mit 4 Höhlen. Eine doppelte Lungenathmung. Der Leib ist mit Federn bedeckt.		Vögel.	Adler, Sperling, Haushahn, Strauß, Ente.
				Eierleger mit kaltem Blut.	Temperatur veränderlich. Der Leib entweder mit Schuppen bedeckt oder nackt. Das Herz hat im Allgemeinen nur 2 oder 3 Höhlen.	Unvollständiger Kreislauf. Ein Herz, das im Allgemeinen 2 Vorhöfe und eine einzige Kammer hat. Eine Lungenathmung während des ganzen Lebens oder wenigstens im erwachsenen Zustande des Thieres.	Reptilien.	Schildkröte, Eidechse, Natter, Frosch.
						Vollständiger Kreislauf. Ein Herz mit einem einzigen Vorhof und einer einzigen Kammer. Die Athmung geschieht durch Kiemen.	Fische.	Flußbarsch, Karpfen, Aal, Haifisch, Roche.

						Klasse.	Beispiele.
2. Kreis. Ringelthiere oder Gliederthiere.	Kein inneres Skelet, aber im Allgemeinen ein aus beweglichen Ringen zusammengesetztes äußeres Skelet (Hautskelet). Keine Cerebrospinalachse. Ein Central-Nervensystem, im Allgemeinen zusammengesetzt aus einer Reihe von Ganglien, die paarweise auf der Mittelebene des Körpers vereinigt sind, so daß sie eine lange gerade Kette bilden. Die verschiedenen Organe liegen symmetrisch gegen eine Medianebene.	Gegliederte Thiere.	Ein mit gegliederten Ortsbewegungs-Organen versehener Leib. Ein sehr entwickeltes Gangliensystem.	Athmung in der Luft durch Tracheen oder Lungensäcke.	Ein aus einem deutlichen Kopf, einer Brust und einem Bauch zusammengesetzter Leib, den 3 Fußpaare tragen. Tracheen. Fast kein Gefäßsystem.	Insekten.	Maikäfer, Heuschrecke, Biene, Schmetterling, Fliege.
					Der Leib besteht aus einem Kopf und einer Reihe von Brust-Bauchringen, 24 oder noch mehr Fußpaare. Tracheen. Beinahe kein Gefäßsystem.	Myriapoden.	Scolopender, Julus.
					Ein mit der Brust verwachsener Kopf. 4 Fußpaare. Bald Tracheen, bald Lungensäcke. Das Gefäßsystem ist im Allgemeinen ziemlich entwickelt.	Arachniden	Spinne, Scorpion, Weberknecht, Milbe.
				Athm. im Wasser durch Kiemen oder durch die Haut. Ein sehr entwickelter Gefäßapparat.	Im Allgemeinen 5 bis 7 Fußpaare. Niemals festsitzend, wenn sie keine Parasiten sind. Getrennten Geschlechts.	Crustaceen.	Krabbe, Krebs, Squilla.
					Keine Füße für die Ortsbewegung im erwachsenen Alter. Leben stets auf fremden Körpern festsitzend. Hermaphroditen.	Rankenfüßer.	Entenmuschel, Seetulpe.
				Respiration fast immer durch Kiemen; beinahe immer gefärbtes Blut. Ein sehr deutliches und sowohl Kopf- als Hinterschlundganglien darstellendes Nervensystem. Im Allgemeinen borstentragende Warzen, die als Füße dienen.		Anneliden.	Nereide, Wurmröhre, Erdwurm, Blutegel.
		Würmer	Der Leib besitzt keine gegliederten Organe für die Ortsbewegung. Ein wenig entwickeltes oder nur angedeutetes Gangliensystem.	Hautathmung. Farbloses Blut. Entweder gar kein oder nur ein angedeutetes Nervensystem, das niemals miteinander vereinigte Kopf- u. Hinterschlund-Nerven zeigt. Keine borstentragende Füße.	Im Allgemeinen vibrirende Organe, die am vordern Ende des Leibes stehen und wie ein Rad aussehen. Ein Nervensystem, das aus mehreren Hinterschlundganglien zusammengesetzt zu sein scheint. Ortsbewegungsorgane.	Systoliden oder Räderthiere.	Räderthiere, Brachionus.
					Keine Rotationsorgane am vordern Ende des Leibes. Entweder gar keins oder nur ein angedeutetes Nervensystem, das stets nur ein einziges Ganglienpaar darbietet. Keine speciellen Organe für die Ortsbewegung. Fast lauter Parasiten.	Eingeweide-Würmer.	Spulwurm, Kettenwurm.

						Klasse.	Beispiele.
3. Kreis. Mollusken.	Weder ein gegliedertes noch ein aus Ringen bestehendes äußeres Skelet. Der Leib bald nackt, bald mit einem Muschelgehäuse bedeckt. Keine Cerebrospinalachse. Ein aus Ganglien, deren Vereinigung niemals eine lange, gerade und in der Medianebene des Körpers liegende Kette bildet, zusammengesetztes Nervensystem. Die Hauptorgane sind symmetrisch in Beziehung auf eine gewöhnlich krumme Medianebene.	Eigentliche Mollusken.	Ein Nervensystem, das aus mehreren durch Markfäden vereinigte Ganglien besteht. Fortpflanzung durch Eier. Sehr entwickelter Gefäßapparat.	Ein deutlicher Kopf, der mit verschiedenen Anhängseln besetzt ist und im Allgemeinen zwei Augen trägt. Gewöhnlich eine einschalige Muschel (niemals zweischalig).	Die Organe für die Ortsbewegung stehen um den Mund herum und haben die Form von Fühlern oder Armen.	Cephalopoden.	Meerpolyp, Tintenfisch.
					Die Organe für die Ortsbewegung stehen zu jeder Seite des Halses und haben die Form eines Schwimmruders.	Pteropoden	Hialea, Clio.
					Ein Organ für die Ortsbewegung (der Fuß), welches die untere Seite des Leibes einnimmt und die Form einer fleischigen Scheibe zeigt.	Gasteropoden.	Gartenschnecke, Buccinum, Porzellanschnecke.
				Keinen abgesonderten deutlichen Kopf. Eine zweischalige Muschel.		Acephalen.	Auster, Eßbare Muschel, Messerscheide.
		Mantelthiere.	Entweder ein bloß angedeutetes oder kein Nervensystem. Die Fortpflanzung geschieht im Allgemeinen sowohl durch Knospen, als durch Eier. Entweder ein unvollständ. oder gar kein Gefäßapparat.	Die Athmung bewerkstelligt sich mit Hülfe innerer Kiemen. Keine vorstreckbaren Tasten um den Mund. Ein Gefäßsystem und ein Herz.		Eigentliche Mantelthiere.	Seescheiden, Salpen.
				Athmung mittelst äußerer Kiemen, welche um den Mund herum eine Krone von gewimperten und vorstreckbaren Fühlfäden bilden. Weder Gefäßsystem noch Herz.		Bryozoen.	Plumatella, Flustra.

Kreis	Merkmale	Abtheilung	Merkmale	Merkmale der Klasse	Klasse.	Beispiele.
4. Kreis. **Zoophyten.**	Im Allgemeinen weder ein inneres noch ein äußeres gegliedertes Skelet. Das Nervensystem im Rudimente oder gar nicht vorhanden. Die verschiedenen Organe liegen entweder im ausgewachsenen Zustande oder bloß in der Jugend strahlenförmig um eine Centralachse oder um einen Mittelpunkt.	Strahlenförmige Polypen.	Der Leib zeigt einen sehr deutlich ausgesprochenen strahlenförmigen Bau, sei es nun in seiner Gesammtheit oder in seinen Haupttheilen. Es finden sich fast immer Greiforgane, z. B. die in Form einer Krone um den Mund herumstehenden Taster (Palmen).	Thier mit einem zum Kriechen geeigneten Bau. Der Leib gewöhnlich mit kleinen Tastern, die in Saugnäpfchen endigen, besetzt. Im Allgemeinen einen dem Munde gegenüberliegenden After. Eine gewöhnlich sehr harte und oft mit Stacheln besetzte Hülle.	Strahlenthiere.	Holothurien, Seesterne, Seeigel.
				Thiere mit einem zum Schwimmen geeigneten Bau. Der Leib gewöhnlich eine Scheibe oder ein zusammenziehbarer Sack. Ein sehr weiches und wie Gallerte aussehendes Gewebe. Der After ist durch Poren oder selbst durch den Mund vertreten.	Quallen.	Medusen, Melonenquallen.
				Thiere, die fast immer auf dem Boden festsitzend leben und keine specielle Organe für die Ortsbewegung haben. Ein Verdauungskanal mit einer einzigen Magenhöhle, zusammengehäuft lebend und in einer hornartigen oder kalkigen Hülle eingeschlossen.	Polypen.	Seeanemone, Koralle, Sertularia, Armpolyp.
		Kugelförmige Polypen.	Der Leib hat einen mehr sphärischen als strahligen Bau und wird oft mit der Zeit unförmlich. Fast niemals Greiforgane.	Ein sowohl im erwachsenen Zustande als in der Jugend sich einem Sphäroid annähernde Form, gewöhnlich vibrirende Wimpern oder fächerförmige Anhängsel, die zum Schwimmen dienen. Ein Leib mit mehreren inneren Höhlen, welche Mägen vertreten.	Eigentliche Infusorien.	Kugelthierchen, Enchelys, Punktthierchen.
				Die Körperform ist gewöhnlich in der Jugend sphäroidisch und wird in der Folge unregelmäßig und unbestimmt. Im erwachsenen Zustande weder Greif- noch Ortsbewegungsorgane. Der Körper von Kanälen durchzogen und von hornartigen, kalkigen oder kieselerdigen Spickeln unterstützt.	Spongozoen.	Spongia, Spongilla.

Zweites Buch.

Beschreibende Botanik

oder

Pflanzenkunde.

Zugleich ein Leitfaden zum Bestimmen und auf Excursionen.

Vorbemerkung.

Die wichtigsten Formen der Pflanzentheile sind am Schluß der Pflanzenkunde bildlich dargestellt.

Folgende Abkürzungen sind in der vorliegenden Pflanzenkunde gemacht worden:

B.	bedeutet	Blätter oder Blatt.
Bl.	"	Blumen.
Blb.	"	Blumenblätter.
Blkr.	"	Blumenkrone.
Blth.	"	Blüthe oder Blüthen.
Deckbl.	"	Deckblätter.
Gr.	"	Griffel.
N.-B.	"	Neben-Blätter
K.	"	Kelch.
S.	"	Samen.
St.	"	Stengel.
Stb.	"	Stengelblätter.
Wb.	"	Wurzelblätter.
Stbgf.	"	Staubgefäße.
Stbt.	"	Staubbeutel.
Blthst.	"	Blüthenstiel.

Specielle Pflanzenkunde.

Kurze Charakteristik der wichtigsten Pflanzen Deutschlands.

Mit deutlichen Befruchtungsorganen versehene Gefäßpflanzen (Phanerogamen, Phanerogamae vasculares).

Erste Classe. Zweisamenlappige (Dicotyledones).

Vielblumenblättrige Dycotyledonen. Polypetalen, Polypetalae.

Erste Ordnung. Hülsenpflanzen (Leguminosae).

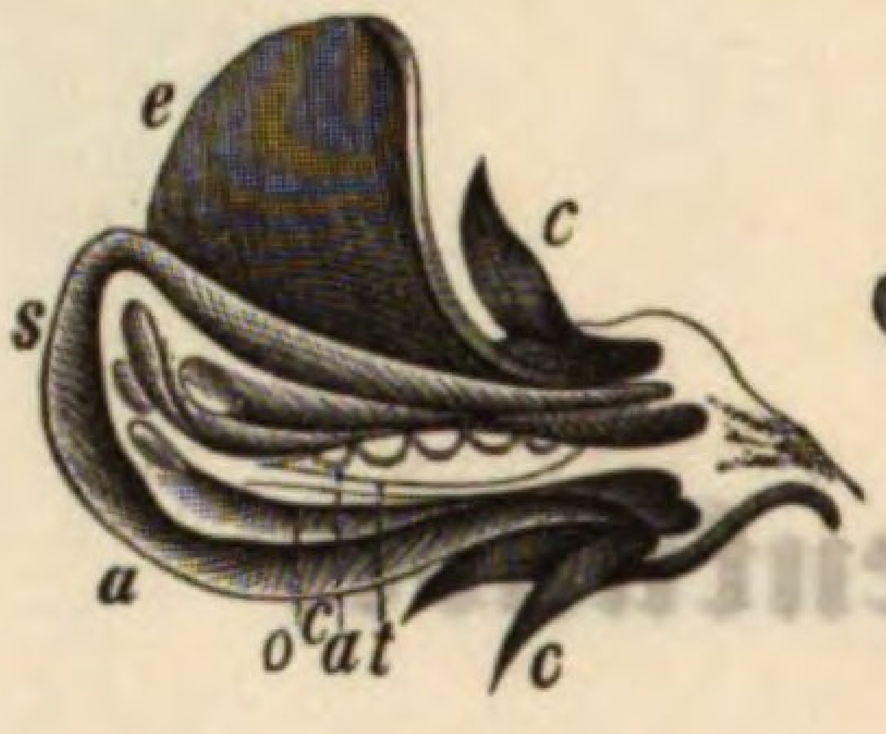
Blkr. meistens unregelmäßig, schmetterlingsförmig. K. gewöhnlich verwachsen-blättrig. Stbgf. in der Regel 10. St. aus einem Fruchtblatte gebildet. Frucht eine Hülse.

Erste Familie. **Schmetterlingsblüthler** (Papilionaceae). Blkr. schmetterlingsförmig (siehe Figur 1 und 2 auf umstehender Seite). Stbgf. 10. Eine Hülse oder Gliederhülse. Samen nahtständig. Keimling gekrümmt. B. wechselständig. N.-B. häufig gefiedert.

Frucht eine eigentliche Hülse. Staubgefäße zweibrüderig.

Erste Gattung. **Gemeiner Schotenklee** oder **Hornklee** (Lotus corniculatus). Liegend, kahl oder rauhhaarig; Haare abstehend, B. und N.-B. gewöhnlich eirund, dreizählig. Kelchzähne pfriemlich, fast gleich; Flügel der Blüthe lanzettlich eiförmig; Schiffchen rechtwinklig aufstrebend. Hülsen lineal, stielrund, gerade. Auf Triften und Wiesen. Mai bis Herbst. Abarten:

Figur 1.



Figur 2.



Figur 1. Längendurchschnitt einer Schmetterlingsblüthe (der wohlriechenden Erbse, (Lathyrus odoratus). c Kelch. — e Fahne. — a einer der beiden Flügel. — ca Hälfte des Schiffchens. — t Röhre der Staubgefäße. — o offener Eierstock mit seinen Eichen. — s Narbe.

Figur 2. a Schmetterlingsartige Blüthe. — b Fahne. — cc die beiden Flügel. — d Schiffchen oder Kiel.

a. Gemeiner Schotenklee (L. vulgaris oder L. arvensis). Blth. gelb, auswendig oft blutroth, kahl oder zerstreut, haarig.

b. Haariger Hornklee (L. villosus). Ganz rauhhaarig oder zottig.

c. Großer Hornklee (L. uliginosus). St. mächtige B. und N.-B. breiter, kahl oder etwas haarig.

d. Schmalblätteriger Hornklee (L. tenuifolius). St. aufsteigend. Bl. und L. Bl. schmal, fast lineal-lanzettlich.

Zweite Gattung. **Schneckenklee** (Medicago; siehe Figur 3). Hülse auf verschiedene Weise zusammengedrückt oder gewunden, sichel-, ring-, nieren- oder schneckenförmig, nur sehr kurz zugespitzt. Bl. keilig, verkehrt-eirundig, vorn gestutzt. Schwach gezähnt. Besonders wichtig sind unter den zahlreichen Arten die drei folgenden, welche als Futterkräuter dienen:

Figur 3.



a sichelförmig gebogene Hülse.
b schneckenförmig aufgewundene Hülse.

a. Luzerne (M. sativa). Hülse mit zwei bis drei Windungen. Blüthentrauben länglich. Bl. verkehrt eirundlich, länglich, stachelspitzig. Blthst. kürzer als K. und Deckbl. Blth. violett oder bläulich. Spanien. (Bei uns angebaut.)

b. Sichelklee (M. falcata). St. schief aufrecht. B. keilig, länglich, oben gezähnt. Blthtrauben köpfig, gelb. Blthst. kürzer als der Kelch, aber länger als das Deckbl. Hülse sichelförmig. Trockne Wiesen. Juli bis September.

c. Hopfenklee oder Hopfenschneckenklee (M. lupulina). St. am

Grunde niederliegend, aufstrebend. Bl. verkehrt-eiförmig. Blth. köpfig, gelb. Hülse mit einer nierenförmigen Windung, später schwarz. Aehren gedrungen, überall auf Wiesen.

Dritte Gattung. **Steinklee** (Melilotus). M. officinalis. St. schlaff, aufsteigend, 1 bis 5. B. unten verkehrt-eirundlich, oben länglich. Fahne länger als das Schiffchen. Flügel so lang wie die Fahne. Hülse verkehrt-eiförmig; gelbe lockere Endtrauben. Früchte behaart. Mehlreiches gutes Futterkraut und in Pulverform in der Heilkunde zu Umschlägen benutzt.

Gemeiner Steinklee (M. alba oder vulgaris). Ebenso, aber Früchte unbehaart und Flügel ungefähr so lang als das Schiffchen, kürzer als die Fahne. Blth. weiß, meist geruchlos.

Kleinblüthiger Steinklee (M. dentata). B. klein, gelb, geruchlos. Blb. meist schmäler.

Bockshornklee (Trigonella foenum graecum). St. aufrecht. B. länglich, verkehrt-eirundlich, schwach gezähnelt; Blth. einzeln oder gepaart, blaßgelb und weiß. Hülsen lineal. Orient. Bei uns z. B. bei Erfurt cultivirt; dient als Futterkraut und Farbepflanze. Die Samen werden in der Thierheilkunde benutzt. Spielart: Trigonella coerulea.

Vierte Gattung. **Klee** (Trifolium). K. mehr oder weniger röhrig, fünfzähnig. Blb. meistens röhrig, unterwärts verwachsen, das Schiffchen kürzer als Fahne und Flügel. Hülse 1—4samig. Blth. in Köpfchen oder kurzen Aehren. 36 deutsche Arten, z. B.:

Wiesenklee (T. pratense). Aehren kugelig, K. 10nervig, B. oval oder länglich, N.-B. eirund, Haare anliegend, Blth. purpurn. Auf Wiesen wild, auf Feldern angebaut. Ackerklee (T. arvense). Alle Kelchzähne fast gleich. Aehren einzeln. St. mit lineal-länglichen, fast ganz randigen B., zottig. Blth. weiß. Aecker.

Purpurrother Klee (T. rubens). Die zwei obersten Kelchzähne sehr kurz, B. länglich, lineal, fein- und kleingezähnt, fast dornig-gesägt, Aehren dick, walzig, Blth. fleischröthlich. Waldränder und Triften.

Kriechender Klee (T. repens). St. liegend. Aehren rundlich. Blthst. später herabgebogen. B. verkehrt-eiförmig. Blth. weiß. Gemein auf Wiesen und Wegen.

Bergklee (T. montanum). B. 2—3 mal kürzer als die Kelchröhre, später herabgebogen. Blättchen elliptisch bis lanzettlich, weiß. St. zottig. Auf Bergwiesen.

Waldklee (T. campestre). K. 20nervig, B. länglich-lanzettlich, N.-B. lanzettlich, pfriemlich. St. steif aufrecht, flaumig, ohne Aeste, purpurn.

Liegender Klee (T. procumbens). St. liegend ausgebreitet. B. verkehrt-herzförmig. Blth.-Köpfchen seitenständig, rundlich und oval. Blth. zuletzt herabgebogen. K. kahl, im Schlunde nackt. Fahne löffelförmig. N.-B. eiför-

mig. Blth. blaßgelb, nach dem Verblühen dunkelbraun. Aecker, Wiesen. Aehnlich ist der fadenförmige Klee (T. filiforme). Sämmtliche Arten liefern gutes Futter. Hierher gehört auch die gemeine Vietsbohne-Gattung (Phaseolus vulgaris). Spielart: Wolfbohne (Lupinus albus).

Fünfte Gattung. **Wicke** (Vicia) mit 28 deutschen Arten. Bemerkenswerth ist die Vogelwicke (V. cracca). Blättchen lineal-länglich, fiedernervig, anliegend, zarthaarig, bläulich, gegen den Grund weiß. Platte der Fahne so lang als der Nabel. Hecken und Wiesen.

Zaunwicke (V. sepium). Hülse kahl. B. eilänglich, stumpf. Violett. Hierher gehören auch die bekannte Saatlinse (Ervum lens) und die Saaterbse (Pisum sativum).

Sechste Gattung. **Platterbse** oder **Kicher** (Lathyrus). 17 deutsche Arten. K. fünfspaltig. Hülse zusammengedrückt, vielsamig und schwielige oder flügelige Bauchnaht.

Knollige Platterbse (L. tuberosus). Wurzel mit haselnußgroßen Knollen. Kelchzähne kurz. Dreieckige Blth. rosenroth. Auf Aeckern unter der Saat.

Gemeine Platterbse (L. sativus). B. einpaarig, lineal-lanzettlich. K. glockig; Hülse eirund-länglich, platt. Blth. blaßbläulich oder weiß. Auf Aeckern cultivirt. Futterkraut. Die Samen dienen zu Gemüse und zur Mästung.

Waldplatterbse (L. sylvaticus). B. einpaarig. Blthst. schmal geflügelt. Blth. roth, dunkel geadert; selten weiß. Hülsen länglich, langzottig.

Gemeine Frühlingswalderbse (Orobus vernus). B. mit paarigen, breit eiförmigen, lang zugespitzten Blättchen. Blth. meist purpurn, dann blau, später grün. In Wäldern.

Siebente Gattung. **Gemeine Robinie, falsche Akazie.** (Robinia pseudacacia). Baum 30—40 Fuß. Aeste dornig. B. gefiedert. Blth. eirund. Blüthentrauben lang-gestielt, weiß, wohlriechend. Als Zierbaum aus Nordamerika bei uns in allen Anlagen.

Achte Gattung. **Angebaute Esparsette** (Onobrychis sativa). B. 6—12 paarig. Blättchen länglich-lanzettlich, stachelspitzig. Aehren langgestielt, viel länger als das Blatt. Gliederhülse rundlich gezähnt. Blth. rosenroth, dunkel gestreift. Südeuropa, in Deutschland häufig angebaut; vorzügliches Futterkraut. Die Blth. geben den Bienen Honig.

Neunte Gattung. **Buntblumige Kornwicke** (Coronilla varia). St. 6—18 Zoll, liegend-ästig; Blb. so lang wie der Kelch. Die 9 — 13paarigen B. gleich breit, länglich. N.-B. nicht zusammengewachsen, lanzettlich. Blüthen meist zu 20; weiß mit rosenrother Fahne. In Wäldern und auf Wiesen.

Zehnte Gattung. **Schopf-Hufeisenkraut** (Hippocrepis comosa). St. 3—12 Zoll hoch, ausgebreitet, ästig. Blümchen 3—6paarig. Blthst. länger als die Blätter. Blth. gelb. An sonnigen Hügeln.

Unter den hierher gehörenden ausländischen Gewächsen sind vorzugsweise die Indigopflanze (Indigofera tinctoria) und der Drachenflügelfruchtbaum zu erwähnen. Frucht eine eigentliche Hülse. Staubgefäße einbänderig.

Elfte Gattung. **Ginster** (Genista). 14 deutsche Arten. K. glockig, zweilippig, am Grunde nackt. Oberlippe zweispaltig. Unterlippe dreizähnig. Blkr. viel länger als der K. Hülse flach, zusammengedrückt. B. einfach, ohne N.-B. Beispiele:

1) Färberginster (G. tinctoria). Halbstrauch, mit steifen aufrechten Ruthenästen, meist kahl, selten flaumhaarig. St. stielrund, gerieft. B. lanzettlich, glänzend grün, mitunter etwas flaumhaarig. Blth. gelb, in gedrungenen Endtrauben. Blkr. länger als der K. Hülse gerade. Gemein an Waldrändern.

2) Deutscher Ginster (G. germanica). Zottig, mit stechenden Dornen. B. lanzettlich. Blüthentragende Zweige dornlos, kaum von der doppelten Länge des Kelches, behaart. K. zottig. Blkr. goldgelb. Hülse schief, oval. Lichte Waldungen.

Zwölfte Gattung. **Besenpfriemen** (Spartium). K. glockig, zweilippig. Oberlippe 2zähnig, Unterlippe 3zähnig. Blkr. viel länger als der K. Hülse flach zusammengedrückt. Aeste und Zweige kantig gerieft, steif und besenförmig. Hauptsächliche Art:

Gemeiner Besenpfriemen (Sp. scoparium). 4—5 Fuß hoch. Aeste und Zweige kahl, grün, scharfkantig. B. dreizählig, die obersten einfach gestielt, lanzettlich oder keilförmig, länglich. Bl. sehr groß. Blumenkranz schön gelb, 4mal länger als der K. In Wäldern und auf Bergabhängen.

Dreizehnte Gattung. **Hauhechel** (Ononis). K. glockig, fast bis auf den Grund in fünf linealpfriemliche Zipfel getheilt. Fahne sehr groß, strahlig. Hülse aufgedunsen. Häufig vorkommende Art.

Dornige Hauhechel (O. spinosa). St. 1—3 Fuß hoch, aufrecht, einreihig, zottig. Dornen der Aeste meist zu 2. Blth. blattwinkelständig, einzeln. B. einfach oder 3zählig, roth oder weiß. Auf Triften ein lästiges Unkraut.

Vierzehnte Gattung. **Bohnenstrauch** (Cytisus). K. röhrig oder glockig, zweilippig; die Oberlippe 2-, die Unterlippe 3zähnig. Staubfäden meist zu $^2/_3$ ihrer Länge verwachsen. Hülse zusammengedrückt. Beispiele:

Goldregen (C. laburnum). Strauch 8—20 Fuß hoch. Blüthentrauben hängend, seitenständig. B. 3zähnig. Blth. elliptisch. Hülse seidenhaarig. Blth. gelb. Süddeutsche und Schweizer Alpen; bei uns in Anlagen.

Fünfzehnte Gattung. **Wundklee** (Anthyllis). K. röhrig, 5zähnig, nach dem Verblühen aufgeblasen, dünnhäutig. Schiffchen und Flügel der Blkr. gleich lang. Hülse eiförmig. Beispiel:

Gemeiner Wundklee (A. vulneraria). St. 1—2 Fuß hoch. B. leierförmig gefiedert. K. weißwollig, aufgeblasen. Blüthenköpfchen endständig, citronengelb. Sonnige Hügel.

Zweite Familie. **Sinnpflanzen** (Mimoseae). Meist nur tropische Holzpflanzen mit gefiederten Blättern und unregelmäßiger Blumenkrone.

Dritte Familie. **Cäsalpineen** (Caesalpinieae). Ebenfalls fast nur tropische Gewächse, meist Holzpflanzen. Hierher gehört z. B. der Tonkabaum (Guiana), welcher die Tonkabohne liefert. Ferner der Tamarindenbaum. Der Campecheholzbaum u. s. w.

Zweite Ordnung. Rosenblüthige (Rosiflorae).

Frucht verschieden; Stein-, Kapsel-, Apfelfrucht oder Nüßchen. Blkr. regelmäßig mit 4 — 5 dem K. angewachsenen Blb. Staubfäden zahlreich, am K. befestigt. Pistill meistens aus mehren Fruchtblättern gebildet.

Vierte Familie. **Rosenblüthler** (Rosaceae). Gewöhnlich zahlreiche trockene oder saftige, nicht aufspringende einsamige, bei den eigentlichen Rosen in der Kelchröhre eingeschlossene Früchtchen. Blkr. 4 — 5blätterig, auf dem Schlunde des freien bleibenden Kelches.

Rose (Rosa). Früchtchen von der Kelchröhre eingeschlossen. Kelch krugförmig. Blb. 5, verkehrt-herzförmig. Narben köpfig. Früchte nüßchenartig. Die zahlreichen Arten (25 nach Koch, 17 deutsche) sind schwer zu unterscheiden und sämmtlich stachliche Sträucher mit unpaarig gefiederten Blättern.

Hundsrose (R. canina). Sichelförmige zusammengedrückte Stacheln, 5 — 7zähligen B. Kelchzipfel fiederspaltig. Frucht rundlich oder elliptisch. Ueberall in Hecken.

Erdbeere (Fragaria). K. 10spaltig mit abwechselnden kleineren Zipfeln. Blb. 5. Fruchtblätter zahlreich in spiraliger Anordnung auf dem kegelförmigen Fruchtboden. Krautartige Pflanzen.

Wald- oder eßbare Erdbeere (F. vesca). Mit ihren vielen cultivirten Abarten.

Himbeerstrauch (Rubus idaeus). Bl. gefiedert, die oberen 3zählig. Blb. verkehrt-eiförmig, keilig; weiß. Früchte roth. Hierher gehört auch:

Der gemeine Brombeerstrauch (R. fruticosus).

Nelkenwurz (Geum). Kräuter mit unterbrochen leierförmig gefiederten Wurzelblättern und 8 — 19 Zoll hohem Stengel.

Gemeines Benediktenkraut oder gem. Nelkenwurz (G. urbanum). Das obere Griffelglied etwas flaumig, 4mal kürzer als das untere. Wurzelstock mehrköpfig. Blb. verkehrt-eirund; gelb. Früchtchen behaart.

Ufer-Nelkenwurz (G. rivale). Blth. überhängend. Zipfel des Fruchtkelchs aufrecht. Fruchtgranne 2gliederig. Das obere Griffelglied zottig, etwa so lang wie das untere. Blth. gelb, roth geadert. Beide Arten wachsen in Gebüschen.

Fingerkraut (Potentilla). Unterscheidet sich von der G. Fragaria hauptsächlich durch den nicht fleischig auswachsenden Fruchtboden. 30 deutsche Arten. Häufiger vorkommende Arten sind:

Frühlings-Fingerkraut (P. verna). St. gestreckt, aufstrebend, rauhhaarig. B. gefiedert, 5 — 7zählig. B. länglich, verkehrt-eiförmig, gestutzt, kahl und am Rande unterseits oder auch oberseits haarig. Blth. gelb. August. Pflanze zeigt sich hinsichtlich Färbung, Behaarung und Größe sehr abweichend.

Kriechendes Fingerkraut (P. reptans). St. rankenförmig, gestreckt, einfach, fadenförmig, an den Gelenken wurzelnd. B. 5zählig, mitunter 3zählig. Blättchen länglich, verkehrt-eiförmig, fast von der Basis an gesägt. Kahl und unterseits angedrückt behaart. Sägezähne eiförmig, fingerig. Blth. einzeln, gelb. Blththeile 5zählig. An feuchten Stellen. Juli, August.

Gänse-Fingerkraut (P. anserina). Wb. unpaarig gefiedert, Blth. gelb, St. kriechend, an den Gelenken wurzelnd, Fiederblättchen vielpaarig, unterseits weiß, seidenhaarig, scharf gesägt. Blthst. einzeln. An Wegen häufig.

Heidecker (P. tormentilla oder Tormentilla erecta). St. meistens aufsteigend, selten aufrecht, gabelästig ausgebreitet. B. 3zählig, sitzend oder kurzgestielt; auf beiden Seiten grün, die wurzelständigen langgestielt, 3 — 5zählig. Blättchen länglichlanzettförmig, eingeschnitten gesägt; an der Basis zweiwandig, an den unteren B. verkehrt-eiförmig. Blth. gelb. Ueberall in Wäldern. Der knotige Wurzelstock wird zum Gerben und in der Heilkunde gegen Diarrhöe gebraucht.

Odermennig (Agrimonia). K. 5spaltig mit walzlichen Streifen. Blb. 5, Fruchtb. 2, Früchtchen 1 — 2, trocken und hart.

Gemeiner Odermennig (A. eupatoria). Zottig. St. 1—2 Fuß, B. unterbrochen gefiedert. Blth. ährig. Fruchtk. verkehrt-kegelig, hakig-borstig. Blth. gelb. An Wegen gemein.

Fünfte Familie. **Spierengewächse** (Spiraeaceae). Bleibender K. 5 Blb. Balgkapselartige, an der Bauchnaht aufspringende mehrsamige Früchte. Keime gerade.

Spierstaude (Spiraea). 6 deutsche Arten. K. flachglockig, fünfspaltig. Fruchtb. oder Carpelle 5, seltener mit 2 — 3 — 15. Die deutschen und viele ausländische Arten dienen als Zierstauden. Blth. und B. der Sumpf- und knollenwurzligen Spierstaude dienen als schweißtreibender Thee.

Weidenblätterige Spierstaude (Sp. salicifolia). B. einfach, ohne Nebenb., länglich lanzettlich, ungleich scharf gesägt. Trauben endständig gedrungen, röthlich.

Geisbärtige Spierstaude oder Geißbart (Sp. aruncus). 3—6 Fuß hoher St. B. mehrfach zusammengesetzt, ohne Nebenb.; die unteren sehr groß

und langgestielt. Blättchen runzlich und sehr spitz doppelsägig, gegenständig. Die untere Blfr. sehr groß und langgestielt. Blth. in rispigen Aehren weiß.

Sumpf-Spierstaude (Sp. ulmaria). B. unterbrochen fiedrig, mit großen eingetheilten, ungleich doppelsägigen Nebenb. Blättchen eiförmig, ungetheilt; das Endblättchen 3 — 5spaltig. Kapseln kahl, zusammengedreht. Wassergräben.

Knollenwurzlige Spierstaude (Sp. filipendula). B. unterbrochen fiederig, fiederspaltig-eingeschnitten, mit ungleichen, tiefzähnigen und ganzrandigen viel kleineren Blättchen. Blth. vielwirtelig, weiß. Kapseln flaumig, nicht gedreht. Feuchte Bergwiesen.

Sechste Familie. **Wiesenknopfgewächse** (Sanguisorbeae). Ein- bis dreisamige nicht aufspringende Nüßchen in der erhärteten Blüthenröhre.

Wiesenknopf (Sanguisorba). K. röhrig, vierkantig. Staubgefäß 4, Fruchtknoten elliptisch.

Gemeiner Wiesenknopf (S. officinalis). St. 1 — 3 Fuß. Aehren eiförmig-länglich, gipfelständig. B. langgestielt, gefiedert. Blth. 5—11zählig, herzförmig-länglich, kerbsägig. Aehren ovallänglich, purpurbraun. Feuchte Wiesen. Liefert die falsche Bibernellwurzel.

Becherblume (Poterium). Der vorigen ähnlich, aber die Blth. einhäusig.

Gemeine Becherblume (P. sanguisorba). St. 1 — 2 Fuß, Blüthenköpfe kugelig. B. langgestielt, gefiedert. Blättchen 7 — 13zählig, herznierenförmig oder rundlich, gesägt. Untere Blth. der Köpfe männlich, obere weiblich; grünlichroth. Wiesen und Gebirgstriften. Gartenbibernell, in Deutschland cultivirt, in England im Großen als Futterkraut.

Sinau (Alchemilla). K. röhrig, am Schlunde eingeschnürt, mit viertheiligem Saume. Staubgefäße 4. Früchtchen gewöhnlich in der verhärteten Kelchröhre eingeschlossen.

Gemeiner Sinau (A. vulgaris). St. 6 — 12 Zoll. B. beiderseits grün, nierenförmig mit 7 — 9 fast halbkreisrunden spitzsägigen Lappen; die grundständigen langgestielt. Nebenb. groß, eingeschnitten-sägig. Blth. klein, auswendig grün, inwendig gelblich, in kleinen endständigen Doldentrauben. Wiesen, Triften, Gräben, häufig.

Siebente Familie. **Apfelgewächse** (Pomaceae). Die dem Fruchtknoten angewachsene Kelchröhre wird fleischig und bildet eine 2—5fächerige Apfelfrucht, auf welcher der Kelchsaum oder das sogenannte Auge stehen bleibt, oder sie schließt 3 — 5 Nüßchen ein.

Birn- und Apfelbaum (Pirus). Kelchsaum 5theilig, auf die Frucht zurückgeschlagen. Blb. rundlich. Gr. gewöhnlich, 5. Frucht fleischig, 2—5fächerig. B. einfach ganz. Blth. gewöhnlich in einfachen Scheindolden.

Apfelbaum (P. malus). Stamm 20 — 30 Fuß, mit ausgebreiteten Aesten und breiter Krone. B. eirundlich stumpf-gesägt, von doppelter Länge des Blattstieles. Blb. oval, außen rosenroth. Gr. am Grunde verwachsen und daselbst weißwollig. Frucht am Stiele nabelartig vertieft. Wild in Gebirgswäldern Europas; cultivirt und fast 100 Spielarten. Die Früchte sind uns angenehm wegen ihres Gehalts an Zucker und vorwaltender Aepfelsäure.

Birnbaum (P. communis). Stamm 20 — 50 Fuß mit pyramidaler Krone. B. ganzrandig oder fein-gesägt, etwa von der Länge des Blattstiels Gr. frei. Frucht am Stiele nicht nabelartig vertieft. Wild in Gebirgswäldern, cultivirt fast in 1500 Spielarten.

Mispel (Mespilus). K. kreiselförmig, Blb. rundlich ausgebreitet. Frucht kreiselförmig. Blth. sehr groß, meist einzeln.

Gemeine Mispel (M. germanica). B. länglich-lanzettlich, kurzgestielt, ganz, unterseits filzig. Blth. einzeln, endständig, grünlichweiß. Mitteleuropa.

Quitte (Cydonia). B. eirund, ganzrandig; Gr. 5, unterwärts wollig und verwachsen. Frucht flockig, filzig.

Gemeine Quitte (C. vulgaris). Stamm 12 — 15 Fuß. B. wie angegeben und unterseits nebst dem Kelche filzig. Blth. meist einzeln, weißroth geadert. Bei uns cultivirt und verwildert.

Weißdorn (Crataegus). Kelchzipfel auf der Frucht zurückgeschlagen. Blb. rundlich ausgebreitet. Gr. 1—5. Frucht beerenförmig.

Gemeiner Weißdorn oder Hagedorn (C. oxyacantha). Stamm 12—20 Fuß, dornig. B. verkehrt eirundlich, am Grunde keilig. 3—5lappig oder spaltig. Blth. weiß, seltener röthlich. In Hecken und Gebüschen.

Eberesche (Sorbus). Kelchsaum fünfspaltig. Gr. 2 — 3 — 5. Frucht meistens beerenartig, 3 — 5fächerig. Die Fächer meistens zweisamig, mit einer zarten, selten pergamentartigen Haut ausgekleidet. Dornenlos. Nebenblättchen wie gewöhnlich. Scheindolden zusammengesetzt.

Gemeiner Vogelbeerbaum (S. aucuparia). Knospen filzig. Früchte kugelig, blutroth, erbsengroß. Ueberall in Bergwäldern.

Achte Familie. **Steinfrüchtler** (Drupaceae oder Amygdaleae). Bäume und Sträucher, deren Aeste manchmal in Dornen auslaufen, mit abwechselnden einfachen fiederartigen B. und feinen abfallenden Nebenb. Blth. bisweilen vor den B. erscheinend, einzeln oder in doldigem und traubigem Blüthenstande zusammengestellt; regelmäßig. K. frei, 5spaltig, abfallend. Blb. 5, kurzbenagelt nebst den Stbgf. dem Kelchrande aufsitzend. Fruchtknoten einfächerig mit 2 Eichen. Gr. einfach, meistens endständig. Narbe einfach kopfig. Frucht eine Steinfrucht (Drupa) mit hartem bei der Keimung 2klappigem

Stein, der in den meisten Fällen durch Fehlschlagen des Eichens einsamig ist. Samen ohne Eiweiß.

Pflaume (Prunus). Umfaßt sämmtliche Steinobstbäume. K. 5spaltig, Blb. 5. Fruchtknoten aus einem Fruchtblatte gebildet mit endständigem Gr. und kopfförmiger Narbe. Frucht mit saftigem Fleisch und nicht aufspringendem Stein.

Gemeiner Pflaumen- oder Zwetschenbaum (Prunus domestica). B. elliptisch, gesägt, etwas runzlich, flaumhaarig. Blth. gepaart, grünlichweiß. Früchte kahl mit bläulichem Dufte bereift, entweder rundlich (Pflaumen) oder länglich ellipsoidisch (Zwetschen).

Aprikosenbaum (P. armeniaca). B. eiförmig, kahl, doppelt-gesägt. Frucht sammetartig.

Schlehe oder Schwarzdorn (P. spinosa). Dorniger Strauch. Blüthenknospen 1blüthig, je 1 — 3. Blthst. kahl. B. elliptisch oder breit-lanzettlich; gesägt. Blth. weiß. Früchte kugelig, aufrecht, schwarzbläulich bereift. Häufig in Hecken und Gebüschen.

Waldkirsche oder Vogelkirsche (P. avium). Hoher Baum mit elliptischen, drüsig-gesägten, in der Jugend flaumigen B., 2drüsigem Blattstiel und weißen Blüthen. Die Früchte sind roth, durch Cultur schwarz. Cultivirte Varietäten sind die Süß- und Herzkirsche.

Mandelbaum (Amygdalus). Blth. wie bei voriger Gattung. Frucht mit gefurchtem und löcherigem Stein.

Gemeiner Mandelbaum (Amygdalis communis). B. lanzettlich, drüsig-gesägt. Blthst. so lang, als das B. breit. Blth. röthlichweiß. Früchte länglich, filzig, mit saftlosem, bei der Reife zerreissendem Fleisch. Orient, in Südeuropa, selbst in Süddeutschland cultivirt. Varietäten sind die bitteren Mandeln mit bitterem, blausäurehaltigem Kern, und die Krachmandeln mit leicht zerbrechlicher Steinschale und süßem Kern. Da die braune Samenhaut der bitteren Mandeln Blausäure enthält, und Blausäure im concentrirten Zustande das am schnellsten tödtlich wirkende Gift ist, so ist die Samenhaut sehr nachtheilig. Die verschiedenartige Anwendung der Mandeln ist bekannt. Man gewinnt auch aus ihnen das Mandelöl.

Pfirsichbaum (A. persica). B. lanzettlich, doppelt-gesägt. Blthst. nicht halb so lang als das Blatt breit. Blth. rosenroth. Frucht fast kugelig, fleischig; außen bald filzig, bald glatt. Kern bitter; blausäurehaltig.

Dritte Ordnung. **Balsamgewächse** (Terebinthinae).

Blb. 4 — 5, Stbgf. 4 — 5 oder 8 — 10 oder mehrere auf dem Fruchtboden oder Kelche stehend. 1 — 12 kreisständige, verwachsene oder getrennte Fruchtblätter. Meistens tropische Gewächse.

Erste Familie. **Rautengewächse** (Rutaceae). Blb. um eine drüsige Scheibe gestellt, unten wollig, benagelt. B. wechselständig, meist vielfach lappig. Kapsel mit 3 — 5 vielsamigen, einwärts aufspringenden Fächern.

Raute (Ruta). K. 4 — 5theilig, bleibend. Blb. eben so viel, regelmäßig, gleich, abstehend, benagelt, concav. Stbgf. doppelt so viel, einer mit 8 — 10 Honiggrübchen versehenen unterweibigen Drüsenscheibe eingefügt. Frucht kapselartig.

Gemeine Raute oder Garten-Weinraute (R. graveolens). Halbstrauch, meergrün bereift. St. 1 — 3 Fuß. B. flach-fiederig. Blättchen länglichkeilig, meist stumpf, saftig. Blth. in Scheindolden, wie die erst entwickelte gipfelständig, gelbgrün. Blb. gezähnelt oder ganzrandig. Süddeutschland; bei uns in Gärten und verwildert.

Zweite Familie. **Buccogewächse** (Diosmeae). Blb. meist achsen-, selten kelchständig. Fruchtb. wenigstens oberwärts fein, ganzrandig. Fruchtfächer elastisch aufspringend. B. nebenblattlos.

Diptam (Dictamnus). K. 5theilig. Blb. 5, langbenagelt, etwas zweilappig ungleich. Stbgf. abwärts geneigt. Fruchtk. mit 5, auf einem Stempelträger sitzenden, in der Mitte verwachsenen, später getrennten Fruchtblättern, die Samen elastisch fortschnellend.

Gemeiner Diptam (Dictamnus albus). St. 2 — 3 Fuß. Wurzel weiß. B. unpaarig gefiedert. Blättchen sitzend, eirundlich-länglich, feingesägt. Blth. in gipfelständigen Trauben, weiß oder röthlich. Süd- und Mitteldeutschland.

Als ausländische Familien gehören ferner hierher: Die **Sumachgewächse** (Cassuvieae). Beispiele: G. Rhus. Die Salbenbäume (Amyrideae). Beispiel: Echter Myrrhenbaum (Balsamodendron myrrha). Die Orangengewächse (Aurantiaceae).

Vierte Ordnung. **Schneller** oder **Springfrüchtler** (Tricoccae).

Blb. und Stbgf. in bestimmter Anzahl, achsen- oder seltener kelchständig (unterweibig). Fruchtb. 2 — 5, meist aber 3 in einen Fruchtk. verwachsen; 1 — 2-, selten mehrsamig, nicht aufspringend, oder sich bei der Fruchtreife von einander lostrennend und an der Bauchnaht aufspringend. B. einfach, selten zusammengesetzt. Keim gerade.

Erste Familie. **Wolfsmilchgewächse** (Euphorbiaceae). Blth. eingeschlechtig, 1- oder 2häusig, oft ohne K. und Blkr. Staubfäden auf dem Fruchtboden. Kapsel aus 2 — 3 oft elastisch aufspringenden Fruchtb. zusammengesetzt, mit einer fleischigen oder lederigen, äußeren, und sich von dieser ablösenden, meist zweiklappig aufspringenden und die Samen elastisch herausschleudernden inneren Schicht des Fruchtgehäuses (Capsula bi-tricocca). Samen hängend.

Wolfsmilch (Euphorbia; XXI. I.). Einhäusig; mehrere männliche Blth. quirlig um die einsame, weibliche Blth. gestellt und von einer gemeinschaftlichen Hülle umschlossen. Hülle glockig oder kreiselförmig, 4= bis 5spaltig. Männliche Blth. in unbestimmter Zahl; jede besteht aus einem einzigen, auf der Spitze eines Blthstielchens eingesägten, ganz abfälligen Stbgf., ohne K. und Blk. Stbt. 2köpfig. Weibliche Blth. auf der verlängerten Achse des Blüthenstandes emporgehoben; daher gestielt, ohne K. und Blkr. Fruchtknoten 3köpfig und ebenso die Frucht. Gr. 3.

Zypressen=Wolfsmilch (E. cyparissias). B. genau lineal, oder nach der Basis ein wenig verschmälert, ganzrandig, kahl. Blth. in einer vielspaltigen Dolde, wiederholt 2spaltig, gabelig. 2körnige Drüsen. Samen glatt. Hüllchen fein, 3eckig=eiförmig, breiter als lang. Sandfelder.

Gemeine Wolfsmilch (E. esula). Der vorigen sehr ähnlich. Blüthenstand ebenso. B. lineal=lanzettlich, nach dem Grunde verschmälert und in den kurzen Blattstiel verlaufend, mit den Astb. von gleicher Breite. S. glatt. Hüllchen fein, wie bei der vorigen; stachelspitzig.

Rundblättrige Wolfsmilch (E. peplus). B. verkehrt=eirund, gestielt, keilig, ganzrandig; die unteren fast kreisrund. Dolde 3strahlig. S. auf der einen Seite mit 2 Längsfurchen, auf der andern grubig=punktirt.

Bingelkraut (Mercurialis). Zweihäusig. K. 3—4theilig. Blb. fehlend. Männl. Blth. Stbgf. 9—12, mit langen, haarfeinen Trägern und kugelig=2köpfigen Stbt. Weibl. Blth. Frkn. 2köpfig. Gr. 2spaltig mit federiger Narbe.

Jähriges Bingelkraut (M. annua; XXII.). Wurzel faserig. St. 6—18 Zoll, ästig. B. eiförmig bis lanzettlich, langgestielt. Männl. Blth. meist 12männig; weibl. kurzgestielt, fast knäulig. Auf Schutt, Aeckern u. s. w.

Ausdauerndes Bingelkraut od. Waldbingelkraut (M. perennis). Aehnlich, aber Wurzelstock kriechend. St. einfach, niedriger. B. dunkel= oder mattgrün, beiderseits kurzhaarig. Männl. Blth. 9männig; weibl. länger gestielt. Frucht 2knöpfig, Knopf fast kugelig. Waldgebüsch. Hierher gehören als ausländische Gattungen: Buchsbaum (Buxus). Manschinellebaum (Hippomane). Christuspalme (Ricinus). Kautschukbaum (Siphonia). Purgir=Kroton (Croton tiglium) u. s. w.

Zweite Familie. **Pimpernußgewächse** (Staphylaceae). Zwitterblüthen, Kelchzipfel, Blumenblätter und Staubfäden 5, letztere abwechselnd mit den Blumenblättern auf dem Fruchtboden. Kapsel mit mantellosem Samen.

Gemeine Pimpernuß (Staphylea pinnata). Strauch von 8—15 Fuß, B. gefiedert, Blüthentrauben hängend, weißlich. Frucht grünlich= oder gelblich=weiß, meist nur zweifächerig. In Laubwäldern; häufig als Zierstrauch benutzt.

Dritte Familie. **Celastergewächse** (Celastrineae). Zwitterblüthen,

Kelchzipfel, Blb. und Stbgf. 4—5, letztere abwechselnd mit den Blb. auf einer unterweibigen Scheibe. Samen in fleischiger Hülle.

Gemeiner Spindelbaum oder Pfaffenhütlein (Evonymus europaeus; VI.) 4—16 Fuß. Junge Zweige viereckig, glatt. Bl. elliptisch-lanzettlich. Kapsel meist viereckig, lappig, flügellos, rosaroth. Samen gelb, eingehüllt. Blth. hellgrün. In Gebüschen und wegen der schönfarbigen Früchte als Zierstrauch benutzt.

Vierte Familie. **Stechhülsen** (Aquifoliaceae). Zwitterblüthen. Kelch frei. Blb. am Grunde breit, 4—6, mit eben so vielen Staubgefäßen abwechselnd, auf dem Fruchtboden sitzende Steinfrucht beerenartig. S. mantellos. Gemeine Hülse (Ilex). Kelch klein, 4zähnig, Blkr. viertheilig. Stbgf. 4. Frucht beerenartig. Gemeine Stechpalme oder Stecheiche, Hülse (Ilex aquifolium; IV. 4). 6—15 Fuß. B. elliptisch, lederig-starr, schön grün und spiegelig, dornig-gezähnt oder ganzrandig. Blth. schmutzigweiß, Beeren roth.

Fünfte Familie. **Kreuzdorngewächse** (Rhamneae). Zwitterblüthen. Kelch gewöhnlich mit der Fruchtkrone verwachsen. Stbgf. in eine Scheibe eingehüllt und vor die Blb. gestellt. Kelchzipfel. Blb. und Stbgf. 4—5. Kapsel- oder beerenartige Steinfrucht.

Gemeiner Wegdorn (Rhamnus; V. 1). Kelch glockig oder kreiselförmig, mit ausgebreitetem 4—5spaltigem Saume. Blb. klein, oft schuppenartig. Stbgf. von den Blb. umschlossen. Fruchtknoten frei. Beere 2—4fächerig.

Gemeiner Kreuz- oder Wegdorn (R. catharticus). 8—16 Fuß. Aeste gegenständig, in einen Dorn endigend. B. eirundlich, kurz zugespitzt, fein kerbsägig. Blthstiele 2—3mal so lang, als die hinfälligen Nebenblätter. Blth. hellgrün. Beeren erbsengroß, grün, zuletzt schwarz, 4samig. Waldgebüsch.

Glatter Wegdorn oder Faulbaum (R. frangula). Strauch 5—18 Fuß hoch. Aeste wechselständig, dornlos. B. elliptisch, zugespitzt, ganzrandig. Beeren grün, dann roth, endlich schwarz. Blth. scheindoldig, gelblichgrün.

Fünfte Ordnung. Malpighiengewächse (Malpighinae).

Kelchbl. in der Knospenlage dachig. Blb. einer unterweibigen Scheibe eingefügt. Stbgf. 4—5 oder 8—10. Pistill mit 2—3 verwachsenen Fruchtbl., welche bei einigen Gattungen eine klappig-aufspringende Kapsel bilden.

Erste Familie. **Ahorngewächse** (Acerinae). Blb. 4—9, gleich. Flügelfrucht. Bäume der nördlichen gemäßigten Zone, meistens mit handförmig getheilten Bl.

Gemeiner Ahorn (Acer). Blth. männlich und zwitterig. Kelch fünfspaltig. Blb. 5. Fruchtknoten von der Seite her plattgedrückt, nicht aufspringend, auf dem Rücken geflügelt.

Figur 4.



Feldahorn oder Masholder (A. campestre). Handförmig fünflappige B. mit stumpfendigen oder ganzrandigen Lappen. Fruchtflügel wagerecht auseinander stehend (s. Fig. 4). Blth. dunkelgrün, mit Doldentrauben. Früchte röthlich oder braungelb. Hecken und Gebüsche.

Spitzer Ahorn (A. platanoides). Handförmig 5lappige B. mit 3—5 verschmälerten haarspitzigen Zähnen. Fruchtflügel weit auseinander stehend. Blth. gelblichgrün. Süddeutschland, bei uns angepflanzt.

Zweite Familie. **Roßkastaniengewächse** (Hippocastaneae). Blb. ohne Anhängsel, 4—5, ungleich. Kapsel mit lederigem Gehäuse. S. kugelig, breit genabelt. Bäume mit 5—7zählig gefingerten B.

Roßkastanie (Aesculus). Kelch glockig fünfzählig. Blkr. unregelmäßig flaumhaarig. Stbgf. 7—8. Kapsel rundlich.

Gemeine Roßkastanie (A. hippocastanum). 30—80 Fuß hoch. B. 5—7zählig gefingert. Blättchen verkehrt-eirund-keilförmig. Blth. weiß, roth gefleckt. Persien, bei uns angepflanzt. Hierher gehört auch die Familie der Seifenbaumgewächse (Sapindaceae), welche über 300 meist tropische Sträuche und Bäume zählt.

Sechste Ordnung. Rebengewächse (Ampelideae).

Kelchzipfel und unterweibige Blb. 4—5. Stbgf. 4—5 oder 8—10, meistens einfächerig. Fruchtknoten ungetheilt 2—5fächerig. Frucht Beere.

Erste Familie. **Weinrebengewächse** (Sarmentaceae). Armsamige Beere mit knochenhartem, um ein Mittelsäulchen gestellten Samen. Klimmende Sträuche mit Ranken.

Gemeine Rebe (Vitis). Der edle Weinstock (V. vinifera; VI.) Blätter herzförmig-rundlich, tief, 3—5lappig, ungleich, grob gezähnt. Bth. in Sträußen, grünlich. Beeren an Gestalt, Größe und Geschmack sehr verschieden. Benutzung ist hinreichend bekannt. 1400 Spielarten.

Jungfernrebe. Fälschlich wilder Wein genannt (Ampelopsis hederacea). Mit 3—5zählig gefingerten B. Nordamerika, bei uns zu Laubenbekleidungen angepflanzt. Hierher gehört die tropische Familie Cedreleae, welche den amerikanischen Mahagonibaum umfaßt.

Siebente Ordnung. Storchschnabelgewächse (Gruinales).

Kelchzipfel in der Knospe dachig. Blb. unterweibig, Stbgf. ebenfalls, 5 oder 10. Fruchtknoten frei aus 3—5 verwachsenen oder aus freien Fruchtblättern gebildet. Griffel eben so viele. S. in meist nicht aufspringenden Früchtchen, einsam oder mehrere nackt, oder mit einem Mantel versehen.

Erste Familie. **Storchschnäbler** (Geraniaceae). Blb. 5, gleich oder ungleich, meist unterweibig. Fruchtknoten 5, 2 eng an einer langen schnabelförmigen Achse angeheftet. Frucht einfächerig, einsamig. S. im Mantel, eiweißlos. Stbgf. am Grunde etwas verwachsen (einbrüderig).

Gemeiner Storchschnabel (Geranium). Kelchb. 5. Blb. 5, in Gestalt, Größe und Richtung gleich. Stbgf. 10. Früchtchen lang, gerade, halbstielrund, innen in ziemlich kahle Schnäbel auslaufend. St. gliederknotig. (XVI. 10.) 19 deutsche Arten.

Wiesen-Storchschnabel (G. pratense). B. mit wagerecht abstehenden Drüsenhaaren, 7- und 5theilig. Blb. fast zweimal so lang als der Kelch, blau, selten weiß. Nasse Wiesen.

Sumpf-Storchschnabel (G. palustre). Blattstengel mit rückwärts gekehrten drüsenlosen Haaren. Blth. bläulichroth, übrigens wie bei voriger, aber der St. ist 2—3 Fuß.

Stinkender Storchschnabel, Ruprechtskraut (G. Robertianum). B. 5fingerig mit 3spaltigen und fiederspaltig-eingeschnittenen Blättern, deren mittelstes langgestielt ist. St. 16—18 Zoll, mit rothen Gelenken, stinkend. Blth. purpurroth geadert, selten weiß, sehr gemein, auf Schutt rc.

Wald-Storchschnabel (G. sylvaticum). St. 1—3 Fuß. Blthst. 2blüthig, B. stehen nach dem Verblühen aufrecht. St. oberwärts drüsig-haarig. B. purpurviolett. Schattige Wälder.

Blutrother Storchschnabel (G. sanguineum). Blthst. einblüthig, Blkr. doppelt so lang als der Kelch. St. 6—12 Zoll, mit wagerecht abstehenden drüsenlosen Haaren. Lappen der B. mit linealen Zipfeln. Blth. purpurn. Gegen den Herbst ist fast die ganze Pflanze blutroth. Wald- und Bergwiesen.

Rundblättriger Storchschnabel (G. rotundifolium). Blüthenachsen zweiblüthig. Blb. länglich-keilig. B. im Umrisse nierenförmig, die unteren 7spaltig, vorn stumpf eingeschnitten-gekerbt, die Theilung geht nur bis zur Hälfte in die Blattscheide. St. 6—18 Zoll. Blth. blaßroth. Schutt, Aecker; selten.

Reiherschnabel (Erodium). Schierlingsblätteriger Reiherschnabel (XVI. 3; E. cicutarium). St. 2—8 Zoll. B. gefiedert. Blthst. vielblüthig. Stbgf. kahl, die fruchtbaren am Grunde dicken Blüthen purpurn. Hierher gehört auch der Kranichschnabel oder Pelargonium, als Topfpflanze bekannt; über 300 verschiedene Arten.

Zweite Familie. **Leingewächse** (Lineae). Blth. regelmäßig. Blb. 4—5, unterweibig, in der Knospe zusammengedreht. Kapsel 4—5fächerig, fachtheilig aufspringend, meist kugelig (IV. und V. Klasse).

Lein (Linum). Kelchbl. 5. Blb. 5. Stbgf. 5, am Grunde in einen Ring verwachsen. Kapsel 5fächerig.

Gemeiner Lein (L. usitatissimum; V. 5). Blätter abwechselnd lanzettlich. St. 6—18 Zoll, einzeln, oben ästig. Kelchbl. eiförmig zugespitzt, drüsenlos, fein gewimpert. Blth. hellblau. Orient, überall cultivirt.

Purgir-Lein (L. catharticum). Blätter entgegengesetzt, unten verkehrt-eiförmig und lanzettlich. St. 3—6 Zoll, fädlich, oben gabelästig. Kelchblätter elliptisch, drüsig-gewimpert. Blüthen weiß, geadert. Wiesen und Triften häufig.

Dritte Familie. **Sauerkleeblüthler** (Oxalideae). Blüthen regelmäßig, Fruchtb. 5, in einen Fruchtknoten verwachsen. Eichen in jedem Fache sehr zählreich, vertikal übereinander gereiht. S. weiß, eiweißhaltig, in einem Mantel eingeschlossen. B. zusammengesetzt.

Sauerklee (Oxalis; V. 5). Kelch 5blättrig oder -theilig, Blb. 5, Stbgf. 10. Fruchtknoten 5—10kantig. Griffel 5fädlich.

Gemeiner Sauerklee (O. acetosella). Wurzelstock dünn, kriechend, mit zahnartigen Schuppen. Stengellos. Blthst. 3—6 Zoll, länger als die 3zähligen Blätter, einblüthig, über der Mitte mit zwei Deckblättern. B. verkehrt-herzförmig, flaumig; Blb. länglich, verkehrt-eiförmig, seicht ausgerandet, weiß oder rosenroth. Haine und feuchtes Gebüsch.

Straffstengliger Sauerklee (O. stricta). Stengel aufrecht, einzeln, zerstreut, flaumig. B. 3zählig, nebenblattlos. Blättchen verkehrt-herzförmig. Blthst. 2—5blüthig. Fruchtstiele aufrecht, Blüthe gelb. Gemüsegärten.

Gehörnter Sauerklee (O. corniculata). St. niederliegend ausgebreitet, 1/2—2 Zoll. Blthst. kürzer als die 3zähligen B. 2—5blüthig, mit länglichem Nebenfruchtstiele, zurückgeschlagen. Blth. gelb. Bebautes Land, selten.

Vierte Familie. **Kapuzinerkressen** (Tropaeoleae). Blumenbl. 5, ungleich. Kelch gespornt, gefärbt. Stbgf. 8. Drei in der Achse verwachsene schwammig-korkige Schließfrüchtchen.

Große Kapuzinerkresse (unächte Kappern), (Tropaeolum majus; VIII. 1). St. 6—8 Fuß emporklimmend. B. schildförmig langgestielt. Blth. orangegelb. Gartenzierpflanze aus Peru.

Fünfte Familie. **Springkrautgewächse** oder **Balsaminen** (Balsamineae). Kelch und Blkr. unregelmäßig gespornt. Stbgf. 5. Kapsel 5klappig, elastisch aufspringend.

Empfindliches Springkraut (Impatiens noli tangere; V. 1). St. aufrecht, 1 1/2—3 Fuß hoch. Kelch 3blättrig. Blkr. unregelmäßig aus 3 zwischen die Kelchblätter gestellten Blb. zusammengesetzt. Das oberste der gespornten Gegenblätter rundlich. St. oberwärts ästig (mit angeschwollenen Knoten). B. langgestielt, eiförmig, grobzähnig. Blthst. mit 3—4 hängenden Blth. mit an der Spitze zurückgebogenen Sporen. Blth. citronengelb, Kapseln bei der leisesten Berührung aufspringend. An feuchten schattigen Stellen.

Hierher gehört auch die aus Ostindien herstammende, bei uns als Gartenzierpflanze benutzte Gartenbalsamine (I. balsamina).

Achte Ordnung. **Säulenfrüchtler** (Columniferae).

Kelch und Blumenkrone unterweibig, letztere in der Knospe gedreht, 3—7gliedrig. Stbgf. 5—10 oder sehr viele, in eine Röhre verwachsen, unterweibig. Pistille aus 3—7 oder mehren frei um die Blüthenachse stehenden oder in eine Mittelsäule verwachsenen Fruchtblättern gebildet, welche eine Kapsel oder Beere darstellen.

Erste Familie. **Malvengewächse** (Malvaceae). Kelch bleibend, 5spaltig. Stbgf. einbrüderig, Stbl. frei, einfächerig. Samenlappen spiralig gedreht und gefaltet. Frucht kapselartig.

Malve (Malva). 1—4 Fuß hohe Kräuter. Kelch 5theilig, mit 3blättriger Hülle. Blb. 5, am Grunde mit der Röhre der zahlreichen Stbgf. verwachsen. Fruchtknoten und Früchtchen sehr zahlreich. Ein- bis mehrsamig, in einem dicht verwachsenen Quirl um eine säulenförmige Achse gestellt, zusammen einen scheibenartigen Fruchtverein, sogenannten Käse, bildend. Gr. so viele als Fruchtblätter, aber unterwärts verwachsen.

Wilde Malve (M. sylvestris). St. aufsteigend. B. bis zur Mitte 3—7lappig, mit eirunden kerbig-sägigen Lappen. Blst. behaart. Blb. blaßpurpur-röthlich, 2—3, länger als der Kelch, mit dunkleren Streifen geadert. Gemein an Wegen.

Siegmars-Malve (M. alcea). Untere B. eckig, unten 5theilig. St. aufrecht. Blthst. nebst dem Kelche filzig-rauhharig. Klappen kahl, fein, querrunzlig. Blth. rosenroth, geruchlos, in den Blattachseln stehend.

Rundblättrige Malve (M. vulgaris). Blb. länger als der Kelch. Klappen der Kapseln schwach runzlig. B. herzförmig-rundlich, undeutlich, 5—7lappig. Blth. rosenroth. An Wegen gemein.

Eibisch (Althaea). Hülle 6—9spaltig oder theilig, sonst alles wie bei voriger.

Gebräuchlicher Eibisch (Althaea officinalis). St. aufrecht, 2—4 Fuß. B. auf beiden Seiten weich-filzig, ungleich-gekeilt, herz- oder eiförmig, die unteren 5lappig, die oberen 3lappig. Blthst. blattwinkelständig, reichblüthig, weit kürzer als das Blatt. Blth. röthlich-weiß. Feuchte Wiesen, vorzüglich auf Salzboden an der Nord- und Ostsee.

Stockrose (A. rosea). St. 8—12 Fuß, steif aufrecht. B. rundlich-herzförmig, 5—7eckig, ungleich, rauhfilzig. Blthst. blattwinkelständig, 1—2-blüthig, viel kürzer als das Blatt, oberwärts fast eine Traube bildend. Blth. rothgelb, weiß ꝛc. Orient. Beliebte Gartenzierpflanze. Ferner gehören hierher: Die weiße Baumwolle, sowohl die krautige als auch die baumartige, und

auch der in Afrika einheimische Affenbrodbaum (Adansonia digitata), welcher 20—30 Fuß im Durchmesser hat und 60—80 Fuß hoch ist, der Gipfel ist 100—150 Fuß breit und die Aeste 160—170 Fuß lang.

Zweite Familie. **Lindengewächse** (Tiliaceae). Kelchblümchen abfällig. Blb. in der Knospe dachig. Stbgf. frei. Stbt. fächerig mit glatten Pollenkörnern.

Linde (Tilia). Blb. und Stbgf. sehr zahlreich, am Grunde verwachsen. Fruchtknoten flügelig, zottig, 4—5fächerig, mit 2reihigen Fächern. Griffel 1, mit 5spaltiger Narbe. Frucht lederig, hart, nicht aufspringend.

Großblättrige Sommer- od. Frühlinde (T. grandifolia; XIII. 1). B. schief rundlich-herzförmig, unterseits flaumhaarig, beiderseits grün, Scheindolde einfach, 2—3blüthig. Deckbl. bandförmig, stumpf. Lappen der Narbe aufrecht.

Kleinblättrige Winter- oder Spätlinde (T. parvifolia). B. ebenso, aber beiderseits kahl, unterseits graugrün. Dolde 6—7blüthig. Lappen der Narbe zuletzt wagerecht auseinander stehend.

Ferner gehören hierher: Die tropischen **Büttneriaceen,** welchen der Cacaobaum angehört, und die **Dipterocarpeen,** welche den ostindischen Copalbaum und die Kampfer-Flügeleiche umfassen.

Neunte Ordnung. Glanzblättrige Gewächse (Lamprophyllae).

Kelchzipfel und unterweibige Blumenblätter 5, beide in der Knospe dachig, unterweibige Staubgefäße zahlreich, Pistill aus 2—5 verwachsenen Fruchtblättern gebildet, Frucht eine Kapsel, Beere oder Nuß. Ausländische Gewächse, z. B. die Camellie oder japanische Rose, einer unserer beliebtesten Ziersträucher und Modepflanzen, und der 4—8 Fuß hohe chinesische Theestrauch.

Zehnte Ordnung. Kelchblüthler (Calyciflorae).

Kelch frei, in der Knospe klappig, Blumenblätter und Staubgefäße kelchständig, Fruchtknoten aus mehren Fruchtblättern gebildet, 1—4fächerig. Same hängend. Frucht Kapsel oder Beere.

Erste Familie. **Haloragis-Gewächse** (Halorageae). Fruchtknoten unterständig, mit der Kelchröhre verwachsen. Fächer einreihig. Meist Wassergewächse. N.-B. fehlend. Blb. 4 oder fehlend.

Wassernuß (Trapa). Kelch bis an den viertheiligen Saum mit dem Fruchtknoten verwachsen, bleibend. Blb. 4. Stbgf. 4. Frucht nußartig, lederig-hart, mit 4 Dornen (IV. 1).

Gemeine Wassernuß (T. natans). St. sehr lang, fiederknotig. B. 2spaltig, die untergetauchten vieltheilig, mit haarfeinen Zipfeln, die schwimmenden

nahe zusammengedrängt, rautenförmig. Blth. einzeln, achselständig. Blb. verkehrt-eirund, länger als der Kelch. Frucht eine große braunschwarze Nuß. In stehenden Gewässern.

Frühlings-Wasserstern (Callitriche vernalis; XXI. 1). St. 2—12 Zoll. B. der untersten Aeste lineal, der oberen verkehrt-eiförmig, sternförmig gestellt. Deckbl. etwas gebogen. Auf stehenden Gewässern.

Zweite Familie. **Weideriche** (Lythrarieae). Fruchtknoten frei im bleibenden Kelche. Kapselfrucht vielsamig. Blb. am oberen Ende des Kelches. Stbgf. in die Röhre eingesetzt. B. meist gegen- oder quirlständig. Blb. 3—12.

Weiderich (Lythrum). Gemeiner Weiderich (L. salicaria). St. steif aufrecht, 2—6 Fuß hoch, 4—6kantig. B. herz-lanzettförmig, die unteren gegenständig oder quirlig. Blth. 12männig, quirlig, ährig. Kelch am Grunde ohne Deckblättchen, die inneren 10 pfriemlich, noch einmal so lang als die äußeren. Blb. licht-purpurroth. In Gräben und an Ufern. (XI. 1.)

Dritte Familie. **Weidenröschen-Gewächse. Nachtkerzen** (Onagrariae). Kelch an den Fruchtknoten angewachsen, oft über denselben verlängert. Saum 4theilig, selten 2theilig. Blb. so viel als Kelchbl., meistens 4. In dem Schlunde des K. oder auf den Fruchtknoten eingefügt. Stbgf. 2, 4, 8 oder 10. Fruchtknoten 2—4fächerig. Frucht eine Kapsel oder Beere.

Weidenröschen (Epilobium). Blb. 4. Kelch mit dem vierkantigen Knoten verwachsen. Stbgf. 8, mit schaukelnden Staubbeuteln. Samenkörner 3eckig. Frucht langgestreckt, 4fächerig, 4klappig. S. haarschopfig (VIII. 1).

Schmalblättriges Weidenröschen (E. angustifolium). St. einfach. B. zerstreut, lanzettlich, ganzrandig oder schwach, drüsig gezähnelt, aderig. Blb. verkehrt-eiförmig. Gr. am Grunde flaumig-behaart, zuletzt abwärts gebogen. Blb. purpurroth. In Wäldern.

Berg-Weidenröschen (E. montanum). St. ästig. Stiel rund, flaumig. B. eiförmig oder eiförmig-länglich, ungleich gezähnt oder gesägt, am Rande und auf den Adern flaumig, die unteren gegenständig, gestielt. Narbe viertheilig. Blth. klein, rosaroth.

Zottiges oder großblüthiges Weidenröschen (E. hirsutum). B. gegenständig. St. umfassend, etwas herablaufend, lanzettlich-länglich, haarspitzig. Stengel stielrund, sehr ästig, zottig. Narbe viertheilig. An feuchten Gräben.

Kleinblüthiges Weidenröschen (E. parviflorum). B. sitzend, lanzettlich, spitz, gezähnelt, die unteren gegenständig, kurz gestielt. St. stielrund, meist einfach, von einfachen Haaren, zottig oder flaumig. Narbe viertheilig. An feuchten Stellen.

Sumpf-Weidenröschen (E. palustre). B. lanzettlich, nach der Spitze allmälig verschmälert, ganzrandig oder schwach ausgeschweift, mit keilförmiger

Basis, sitzend, die unteren gegenständig. St. stielrund, etwas flaumig. Narbe in eine Keule zusammengewachsen. An nassen Stellen.

Stielblättriges Weidenröschen (E. roseum). B. ziemlich lang, gestielt, länglich, an beiden Enden spitz, dicht, ungleich, gezähnelt, gesägt, am Rande und auf den Adern flaumig, die unteren gegenständig. St. sehr ästig, reichblüthig, mit 2 oder 4 erhabenen herablaufenden Linien, oberwärts flaumig. Narbe keilförmig. Blb. rosenroth. Gräben, sumpfige Orte. Im Ganzen zählt man 14 deutsche Arten.

Nachtkerze (Oenothera). Wie vorige, aber Kelch über den kürzeren dickeren Fruchtknoten in eine lange Röhre verlängert und daselbst abfällig. Blb. dem Schlunde der Kelchröhre eingefügt.

Gemeine Nachtkerze, Gartenrapunzel (O. biennis). St. 1—4 F. B. ei-lanzettlich. Blb. fast um die Hälfte kürzer als die Kelchröhre. Schwefelgelb, sich Abends öffnend. (VIII. 1) An Flußufern.

Hexenkraut (Circaea). Kelch mit dem Fruchtknoten verwachsen, über demselben in ein kurzes dünnes Röhrchen verengert. Blb. 2, verkehrt-herzförmig. Stbgf. 2. Frucht 2fächerig. Gr. 1, mit stumpfer, ausgerandeter Narbe. (II. 1.)

Gemeines Hexenkraut (C. lutetiana). St. 6 — 18 Zoll. B. eirund, ausgeschweift-gezähnt. Blthst. ohne Deckblätter. Früchte birnen- oder kreiselförmig. Blb. weiß, verkehrt-herzförmig. Schattige Wälder.

Alpen-Hexenkraut (C. alpina). B. herzförmig-eirund, ausgeschweift-gezähnt. Deckbl. borstlich, hinfällig. Früchte länglich-keulenförmig. Bergwälder. Hierher gehört auch die als Topfpflanze allgemein beliebte Fuchsia, welche aus Südamerika stammt.

Vierte Familie. **Pfeifenstrauch-Gewächse** (Philadelpheae). Kelchröhre dem Fruchtknoten angewachsen. Blb. 4 — 10. Stbgf. 20 — 40, auf dem Kelche sitzend. Kapsel 4 — 10fächerig.

Pfeifenstrauch (Philadelphus). Wohlriechender Pfeifenstrauch oder wilder Jasmin (P. coronarius). 3 — 6 Fuß hoher Strauch. B. gegenständig, elliptisch-zugespitzt, gesägt-gezähnelt, unterseits kurzhaarig, oberseits ziemlich kahl. Blth. in endständigen Scheintrauben, günlich, weiß, stark riechend. Gr. tief, 4spaltig. Südeuropa. Gartenzierstrauch.

Elfte Ordnung. **Kelchblümler** (Calycanthinae).

Kelchröhre kreisel- oder krugförmig, im Grunde mit zahlreichen Staubgefäßen, mit oder ohne Blumenkrone. Eine Beere oder viele einsamige Früchtchen in der Kelchröhre.

Erste Familie. **Granaten** (Granateae). Kelchzipfel in der Knospen-

lage. Stbt. einwärtswendig, d. h. gegen den Griffel hin aufsteigend. Frucht dickschalig. Vielfächerige Beere. S. in einem saftigen Brei liegend.

Gemeiner Granatbaum (Punica granatum; XII. 1). Aus Nordafrika nach Südeuropa verpflanzt. Bei uns in Töpfen cultivirt.

Zwölfte Ordnung. Saftgewächse (Succulentae).

Blb. in der Knospenlage dachig, selten klappig. Stbgf. kelchständig und zahlreich. Kelch 5gliedrig, dem Fruchtknoten angewachsen oder frei. Stengel aus 2—20 Fruchtbl. gebildet. Frucht eine Kapsel oder hülsenförmig. B. meist fleischig.

Erste Familie. **Dickblättler** (Crassulaceae). Kelch frei. Kelchblätter an der Basis mehr oder weniger verbunden. Blkr. regelmäßig 3—20-blätterig, mit den Staubgefäßen eingefügt, zuweilen einblätterig. Stbgf. so viel als Blb. oder doppelt so viel. Die Fruchtknoten an der Basis mit einer unterweibigen Schuppe. Balgfrüchte einwärts aufspringend. Keim umgekehrt in der Achse des Eiweißes.

Fetthenne (Sedum). Kelch 5spaltig, mit fleischigen Zipfeln. Blb. 5, verwelkend. Stbgf. 10. Fruchtknoten 5, getrennt, frei, allmälig in den Griffel verlaufend. Frucht balgkapselig. Fleischige Kräuter. 12 deutsche Arten. (X. 5)

Scharfe Fetthenne, Mauerpfeffer (S. acre). B. eiförmig-zugespitzt, fleischig, auf dem Rücken buckelig, mit stumpfer Basis, sitzend. Trugdolde, kahl, mit 3—4blüthigen, einseitswendigen Trauben darstellenden Aesten. Blb. lanzettlich-spitz, noch einmal so lang als der Kelch, gelb. Stämmchen kriechend. Kelchzipfel stumpf. Mauern, Bergabhänge, Ruinen 2c.

Knollige Fetthenne (S. telephium). B. flach, eirundlich-länglich, stumpf, ungleich-gezähnt-gesägt, meist gegenständig oder zu 3, quirlig, die unteren mit breiter Basis sitzend, die oberen an der Basis kurz, herzförmig, etwas stengelumfassend. Trugdolden, endständig, gedrungen. Blb. abstehend, gerade, an der Spitze eingedrückt. Die inneren Stbgf. tief auf die Basis der Blb. eingefügt. Blth. grün-gelblich-weiß. St. aufrecht. In Gebüschen und an Mauern.

Gekrönte Fetthenne (S. reflexum). B. lineal-pfriemlich, am Grunde mit einem Fortsatze, etwas gespornt, an dem unfruchtbaren St. zurückgekrümmt. Trugdolde kahl. Kelchzipfel spitz. Blb. noch einmal so lang als der Kelch, lanzettlich, abstehend, gelb. Sonnige Abhänge.

Weiße Fetthenne (S. album). Blth. weiß oder röthlich. B. lineal, stumpf, fast walzig, abstehend, sitzend. Dürre Stellen.

Berg-Fetthenne (S. montanum). B. der Rosetten länglich-keilig. Blb. sternförmig ausgebreitet, lanzettförmig-pfriemlich, sehr spitz, fast viermal

so lang als der Kelch. Stbgf. stielrund. Fruchtknoten schief, länglich. Blb. rosenroth. Auf den Alpen und in Schlesien.

Hauswurz (Sempervivum). Kelch 6—12theilig. Blb. vertrocknend, in gleicher Anzahl. Stbgf. in doppelter Anzahl der Kelchzipfel. Frucht eine Balgkapsel. Uebrigens der vorigen Gattung ähnlich.

Gemeine Hauswurz (S. tectorum). B. der Rosetten länglich-verkehrt-eiförmig, stachelspitzig, grasgrün, kahl, am Rande überall gewimpert. Blb. sternförmig ausgebreitet, lanzettlich-zugespitzt, noch einmal so lang als der Kelch, rosenroth. Auf Dächern und Mauern.

Zweite Familie. **Steinbrechgewächse** (Saxifrageae). K. mehr oder weniger an den Fruchtknoten angewachsen oder auch bleibend. Blb. 4—5, kelchständig. Stbgf. 4—10. Fruchtknoten 2, selten 3, vielsamig. B. nebenblattlos.

Milzkraut (Chrysosplenium). K. 4—5spaltig, flach, zur Hälfte mit dem Fruchtknoten verwachsen. Stbgf. 8—10, an dem fleischigen freien Theile des Fruchtknotens eingefügt. Gr. 2. Kapsel 1fächerig, bis zur Hälfte in zwei Klappen aufspringend. S. glänzend. (VIII. 2.)

Wechselblättriges Milzkraut (Ch. alternifolium). St. aufrecht, 3—6 Zoll hoch, dreikantig. B. wechselständig, nierenförmig, tiefgekerbt. Kerben ausgerandet. Blth. gelb. An nassen schattigen Stellen.

Paarblättriges Milzkraut (Ch. oppositifolium). St. liegend, 2—5 Zoll. B. gegenständig, halbkreisrund, geschweift-gekerbt, an der Basis abgeschnitten. Blth. gelb. S. bei beiden Arten schwarzbraun, glänzend. An schattigen Felsen und Bächen.

Steinbrech (Saxifraga). K. frei, unterständig, 5theilig oder mehr oder weniger mit dem Fruchtknoten verwachsen (oberständig). Blb. 5. Stbgf. 10. Fruchtknoten in 2 Griffeln endigend. Kapsel 2fächerig. S. klein, zahlreich (X. 2).

Körniger Steinbrech (S. granulata). St. aufrecht, oberwärts ästig, armblätterig. Stbt. keilig, 3—5spaltig. Wb. nierenförmig, lappig-gekerbt, gestielt. Kelch halb oberständig. Blb. länglich, verkehrt-eiförmig, noch einmal so lang als der Kelch, weiß. Wiesen und sonnige Hügel.

Rundblättriger Steinbrech (S. rotundifolia). St. aufrecht, rispig, reichblüthig. Wb. herznierenförmig, ungleich, grobgesägt, langgestielt. Stbt. eingeschnitten-gezähnt. Blb. lanzettlich, noch einmal so lang als der Kelch, sternförmig abstehend, weiß, hinten gelb, vorn roth punktirt.

Dreifingeriger Steinbrech (S. tridactylites). St. aufrecht, einfach oder ästig, beblättert. Blthst. einblüthig. Wb. verkehrt-eiförmig, spatelig, ungetheilt, die stengelständigen handförmig, 3spaltig. Bl. kaum ein wenig länger als der K., weiß. An trocknen sonnigen Stellen und Mauern.

Rasenartiger Steinbrech (S. caespitosa). Stämmchen rasig. Wb. handförmig, 5—9spaltig. Stb. 2spaltig. Blatttriebe rasenartig, rosettig. Blb. abstehend, länglich, stumpf, weißgelblich. In Felsenspalten (am Harz).

Gelbblüthiger Steinbrech (S. hirculus). Sämmtliche B. lanzettlich, ganzrandig. Blatttriebe fadenförmig, nicht rosettig. St. 4—6 Zoll. Blkr. goldgelb. Torfboden; selten.

Dreizehnte Ordnung. **Nelkengewächse** (Caryophyllinae).

K. und Blb. dachig, frei, 2—5gliederig. Stbgf. 4, 5, 8—10, unterweibig oder kelchständig. Frucht einfach. Kapsel oder Schlauchfrucht.

Erste Familie. **Leinkrautgewächse** (Sileneae). K. 1blätterig, bleibend, 4—5spaltig. Blkr. ebenfalls mit den Stbgf. (10) unterweibig. Gr. 2—5. Kapsel vielsamig. Blth. gegenständig, nebenblattlos. St. meist knotig gegliedert.

Nelke (Dianthus). K. röhrig, 5zähnig, am Grunde von ziegeldachig gestellten Deckblättchen umhüllt. Blb. in einen linealischen Nagel zusammengezogen. Stbgf. 10. Gr. 2. Kapsel vom Kelche umschlossen, einfächerig, vielsamig. (X. 2.) 21 deutsche Arten.

Deltafleckige Nelke (D. deltoides). Blth. einzeln. Kelchschuppen meist zu 2 elliptisch, begrannt; Granne um die Hälfte kürzer als der K. B. lineal-lanzettlich, die unteren stumpf. St. oben gabelästig, flaumig, grau. Blb. verkehrt-eiförmig, gezähnt, purpurn mit winkligen weißen Flecken. Trockne und fruchtbare Stellen.

Gartennelke (D. caryophyllus). Schlund bartlos. St. ästig, niederliegend, kahl. B. lineal, spitz, meergrün; am Rande glatt, an der Basis etwas rauh. Kelchschuppen angedrückt, fast rautenförmig. Blth. einzeln. Blb. verkehrt-eiförmig, gekerbt, bartlos. In verschiedenen Farben als Gartenzierpflanze beliebt, aus Südeuropa stammend; wohlriechend.

Federnelke (D. plumarius). St. 2—5blüthig. Blth. einzeln. Kelchschuppen rundlich, eiförmig, kurz, stachelspitzig, 4mal kürzer als die Röhre. B. lineal, pfriemlich, meergrün, am Rande rauh. Blb. bis zur Mitte fingerig, vielspaltig, rosenroth oder weiß, zuweilen ohne Bart. Stämmchen niederliegend, wurzelnd, sehr ästig. Mitteleuropa. Häufig zu Einfassungen in Gärten benutzt.

Karthäuser Nelke (D. carthusianorum). Blth. bis zu 6 in Köpfchen. Kelchschuppen braun, rauschend, verkehrt-eiförmig, sehr stumpf, kurz begrannt, blutroth. St. kahl, 6—18 Zoll. Bergwiesen.

Bartnelke (D. barbatus). Blth. büschelig gehäuft, die Kelchschuppen krautig, eiförmig begrannt; Granne pfriemlich, so lang als die Röhre; die äußeren Deckbl. lineal-lanzettlich, sehr spitz, zurückgebogen, abstehend. B. kurzgestielt, lanzettlich. Bergwiesen der süddeutschen Alpen. Gartenzierpflanze.

Rauhe oder Büschelnelke (D. armeria). St. weichbehaart, 6—18 Zoll. Blth. in Büscheln, roth, dann weiß punktirt. Kelchschuppen lanzettlich, pfriemlich, grün. Sonnige Stellen.

Sprossende Nelke (D. prolifer). Blth. gehäuft, köpfig, die 6 Hüllschuppen durchschneidend, häutig, rauschend, elliptisch, die 2 äußeren um die Hälfte kürzer, stachelspitzig, die innersten sehr stumpf, länger als der K. Kelchschuppen den Hüllschuppen gestaltet, den K. einwickelnd. Blth. rosenroth und wohlriechend. St. kahl. B. schmal, lineal. S. glatt. Sonnige Hügel.

Pfingst- oder graugrüne Nelke (D. caesius). St. meist einblüthig. Kelchschuppen eingedrückt, eiförmig, stumpf, kurz zugespitzt oder begrannt; 4 mal kürzer, als die Röhre. B. lineal-stumpflich, am Rande rauh. Blb. verkehrteiförmig, gekerbt, bärtig. Die Stämmchen niederliegend, wurzelnd, sehr ästig, dichtrasig, rosenroth. Auf Felsen, in Gärten gefüllt.

Seifenkraut, Seifenwurzel (Saponaria officinalis; X. 2). St. aufrecht, 1—2 Fuß. K. walzig, kahl. B. länglich, elliptisch, oder eirund-lanzettlich, durch eine schmale Leiste zusammengewachsen. Blth. büschelig, ebensträußig. Blb. gestutzt, bekrönt, hellfleischfarbig. Im Kies der Bäche, an Zäunen und im Gebüsch in ganz Europa, aber nicht häufig, auch als Gartenzierpflanze. Hierher gehört auch die Kuh-Seifenwurzel (S. vaccaria) mit flügelkantigem Kelche, lanzettlichen und am Grunde breit zusammengewachsenen Blättern, fleischfarbigen Blth. Auf Aeckern.

Leimkraut oder **Klebnelke** (Silene). K. am Grunde nackt, ohne Deckschuppen, Fruchtknoten mit 3 Gr. Kapsel (häufig, auch mehr oder weniger vollständig 3fächerig) mit 6 Zähnen aufspringend. Der Nagel der Blb. kantig, der S. nierenförmig, rundlich oder kugelig, übrigens wie bei Gattung Dianthus. (X. 3.)

Nickendes Leimkraut (S. nutans). K. röhrig, etwas keulig. Zähne spitz. Blb. zweispaltig bekränzt in einseitswendigen Rispen, während des Aufblühens einwärts geknickt, überhängend. Aeste gegenständig, 3gabelig verzweigt. 3—7blüthig. Die untern B. lanzettlich-elliptisch in den Blattstiel hinablaufend, flaumig, oberwärts drüsig, klebig. An felsigen Gebirgsabhängen und trocknen Wiesen. Blth. weiß, unterseits manchmal mit grünen Streifen.

Blasiges Leimkraut (S. inflata oder Cucubalus behen). K. aufgeblasen, netzartig. Blb. gespalten. Blth. gabel- und endständig, weiß. St. 8—18 Zoll. Auf Wiesen gemein.

Garten-Leimkraut (S. armeria). Völlig kahl, die obern Glieder des St. beringelt, unter den obern Gelenken klebrig, meist gabelspaltig, 6—16 Zoll. K. mit eirunden stumpfen Zähnen. Blb. ausgerandet. Blth. in büschligen Rispen, rosenroth. Süddeutschland, Harz.

Ohrlöffel-Leimkraut (S. otites). K. röhrig, lockig. Blb. gespalten. Blth. in verlängerten reichblühenden Rispen, grünlich. St. 1—2. Unbebaute Hügel.

Nächtlich blühendes Leimkraut (S. noctiflora). Blth. in der

Gabelspalte einzeln und am Ende der Zweige blaßroth, wohlriechend. Nur Abends geöffnet. Auf Saatfeldern.

Taubenkropf (Cucubalus). Frucht beerenartig, nicht aufspringend, sonst Alles wie bei voriger (X. 3).

Beerentragender Taubenkropf (C. bacciferus). St. niederliegend oder klimmend, 2—4 Fuß lang, sehr ästig, mit fast rechtwinklig ausgesperrten Aesten und Zweigen. B. kurzgestielt, rundlich zugespitzt, mehr oder weniger flaumhaarig. Blth. mit aufgeblasenem Kelche, einzeln, in gabelartigen Zweigen, grünlich, gelblich, weiß. Beere glänzend, schwarz. In feuchten Waldgebüschen und Gewässern.

Lichtnelke (Lychnis; X. 5). Der vorigen ähnlich, aber Fruchtknoten mit 5 Griffeln, Kapsel 1—5fächerig, mit 10 oder 15 Zähnen, aufspringend. Je zwei derselben bleiben zusammengeklebt.

Kuckucksblume (L. flos cuculi). St. gefurcht, kantig, kurz, schärflich, haarig. B. grasgrün, ziemlich kahl, die grundständigen länglich in einen Blattstiel verlängert, rosettig. Stb. sitzend, lineal-lanzettlich. Blth. einzeln, gabel- und endständig. Blb. bis über die Mitte 4spaltig. Zipfel lineal-handförmig, auseinander stehend, rosenroth. Wiesen.

Taglichtnelke (L. diurna). Blb. halb, 2spaltig, bekränzt. St. nebst dem Blthst. und K. zottig, mit einfachen Haaren, die oberen B. eiförmig, plötzlich zugespitzt. Kapsel rundlich-eiförmig, mit zurückgerollten Zähnen. Blth. 2häusig. Feuchte Wiesen und Wälder. Blth. roth, geruchlos.

Pechnelke (L. viscaria). Ganze Pflanze kahl, unter den obern Gelenken klebrig. B. lanzettlich. Blth. traubig-rispig, purpurn. Trockne Hügel und in Gärten.

Gekrönte Lichtnelke (L. coronaria). Blb. ungetheilt, bekränzt, mit stechenden Zähnen, daher Vexirnelke. B. nebst dem St. dichtfilzig. Blthst. mehrfach länger als der K. Bl. purpurn. Süddeutschland. Gartenzierpflanze.

Abendlichtnelke oder Ackerlichtnelke (L. vespertina). Zweihäusig. St. stielrund, zottig. Die oberen B. ei-lanzettförmig, verschmälert zugespitzt, und nebst den Blthst. und K. drüsig, kurzhaarig. Blb. halb-2spaltig, weiß. Am Abend offen und angenehm riechend. Spielart: L. dioica. Blth. geruchlos. Blb. 2spaltig. Am Tage offen, schön purpurn, sehr selten weiß. Die ganze Pflanze zottig. Auf Aeckern.

Kornlichtnelke oder Kornraden (L. githago oder Agrostemma githago). Angedrückt-behaart. St. schlank. $1^1/_2$—4 Fuß hoch, nur oberwärts in wenige Aeste getheilt. B. lineal-lanzettlich. Blb. gestutzt. Kelchzipfel länger als die Röhre des Kelches und die purpurnen Blb. Unter dem Getreide. (Juli, August.)

Zweite Familie. **Mieren-Gewächse** (Alsineae). K. und Blkr. 4—5theilig. Stbgf. 10 oder weniger, einem mit dem Kelche verwachsenen

drüsigen Ringe eingefügt. Kapsel in Zähne oder Klappen aufspringend, vielsamig. Ganze gegenständige B. und weiße Blth.

Sternmiere, Sternkraut (Stellaria). K. fünfblättrig, abstehend, bleibend. Blb. 5, zweitheilig oder zweispaltig. B. ganzrandig, gegenständig. Stbgf. 10, selten weniger. Gr. 3. Kapsel einfächerig, vielsamig. S. rundlich. (X. 3.) St. gabelästig. 11 deutsche Arten.

Großblumige Sternmiere (St. holostea). Blb. bis zur Mitte zweispaltig. B. sitzend, lanzettlich, langzugespitzt. Blkr. doppelt so lang als der K. St. vierkantig. An Hecken gemein.

Wald-Sternmiere (St. nemorum). Blb. doppelt so lang als der K. St. 1—2 Fuß. B. herzförmig zugespitzt. Bl. in gabelspaltigen Rispen.

Gemeine Sternmiere, Hühnerdarm (St. media). Blb. so lang oder kürzer als der K. St. niedergestreckt, der Länge nach mit einer Haarleiste versehen. B. eiförmig. Lästiges Unkraut.

Hornkraut (Cerastium). Wie vorige, aber 5 Gr. und Kapsel acht- bis zehnklappig, oder fünfklappig mit zweispaltigen oder zweizähnigen Klappen. (X. 5.) 13 deutsche Arten.

Acker-Hornkraut (C. arvense). Blb. von doppelter Länge des Kelches. Blthst. kurzflaumig, während und nach dem Verblühen aufrecht. B. lineal-lanzettlich. St. aufrecht, die nicht blühenden dicht-rasig, am Grunde wurzelnd. Sehr gemein.

Großes Hornkraut (C. triviale). St. aufstrebend, die seitenständigen an der Basis wurzelnd. B. länglich oder eiförmig, die untersten in den Blthst. verschmälert. K. und Deckbl. mit häutigem Rande und kahler Spitze. Blb. ungefähr so lang als der K. Auf Aeckern und Grasplätzen.

Knäulblüthiges Hornkraut (C. glomeratum vulgatum). Fruchtstiele so lang oder kürzer als die mit Bart versehenen Kelchblätter. Stb. rundlich oder oval. Blth. geknäult. Aecker und Wiesen.

Spurre (Holosteum). Doldenblüthige Spurre (Holosteum umbellatum). St. einfach. B. elliptisch, kahl. Blth. ungleich langstielig, in endständiger wenigblüthiger Dolde, weiß, selten rosenroth. An Wegen gemein. (III. 3.)

Mastkraut (Sagina). Blüthentheile vierzählig. Liegendes Mastkraut (S. procumbens). St. niederliegend, an der Basis wurzelnd. Aeste aufstrebend. B. lineal, stachelspitzig, ganz kahl; die abgeblühten Blthst. an der Spitze hakig, die fruchttragenden aufrecht. N.-B. stumpf, grannenlos. Aecker, Triften. (IV. 4.)

Kleinblumiges Mastkraut (S. apétala). St. aufrecht, gabelästig. B. lineal, begrannt; die abgeblühten Blthst. immer aufrecht, kaum einwärts-geneigt. N.-B. stumpf, die 2 äußern sehr kurz-stachelspitzig; Stachelspitzen einwärts-gekrümmt. Blb. lanzettlich, sehr klein. Aecker, Triften.

Spark (Spergella). K. fünftheilig, bleibend. Stbgf. 10. Gr. 5. Kapselfrucht einfächerig. S. zahlreich. (X. 5.)

Acker-Spark (Sp. arvensis). St. aufstrebend, ästig. B. quirlig, lineal-pfriemlich, oberwärts erhoben, unterseits mit einer Längsfurche durchzogen; jedes Blüthenpaar am Grunde beiderseits mit einem häutigen, durchscheinenden feinen Nebenblättchen. Blthst. nach dem Verblühen herabgeschlagen; weiß. Häufig auf Aeckern.

Fünfmänniger oder Fünf-Spark (Sp. pentandra). B. stielrundlich, unterseits ohne Längsfurche. S. flach zusammengedrückt, glatt, mit einem Flügelrande.

Alsine (X. 3). **Saaten-Miere** (Alsine segetalis). St. aufrecht. Aeste an der Spitze eingeknickt-überhängend. B. lineal-fädlich. Blb. kürzer als der K. N.-B. weiß, häutig, rauschend, mit grünem Rückennerve. Blkr. weiß. Unter dem Getreide.

Rothblühende Miere. St. liegend. Aeste traubig. B. lineal-fädlich, stachelspitzig. Blb. fast so lang als der K. N.-B. am Rande häutig, nervenlos. Blkr. röthlich.

Sandkraut (Arenaria; X. 3). Quendelblättriges Sandkraut (A. serpyllifolia). St. gabelspaltig. B. eiförmig, sitzend. Blth. einzeln in den Gabeln und Blattwinkeln. Blkr. $1/3$mal länger als der K. Sandige Felder.

Dritte Familie. **Portulak** (Portulaceae). Kelch zweiblätterig. Blb. 5, selten weniger, in eine kurze Röhre zusammengewachsen. Stbgf. den Blb. gegenüber, oder mehr kelchständig. Kapsel einfächerig, 3- bis vielsamig. Gr. 1 oder fehlend. Knoten mehrere. B. ohne N.-B.

Portulak (Portulaca). K. 2spaltig. Blb. 4, 5 — 6, dem Kelche eingefügt, oftmals am Grunde zusammenhängend. Stbgf. 8 — 15. Fruchtknoten rundlich. Gr. 3 — 6spaltig oder theilig. Kapselfrucht einfächerig.

Gemeiner Portulak (P. oleracea). St. nebst den Aesten gestreckt. B. länglich-keilig, fleischig. Blth. gabelständig, einzeln, je 2 oder 3, sitzend. Zipfel des K. stumpf-geknickt. In Gärten cultivirt.

Breitblättriger Portulak (P. sativa). St. aufrecht. Aeste ausgebreitet, aufstrebend. B. verkehrt-eiförmig. Blth. gabelständig, einzeln und mehrere sitzend. Zipfel des Kelches auf dem Rücken geflügelt-zusammengedrückt. B. größer. Ebenfalls cultivirt.

Vierte Familie. **Nagelkrautgewächse** (Paronychieae). K. bleibend. Blb. 5gliedrig und Stbgf. meist 5, kelchständig. B. mit häutigen N.-B. Kapsel 3klappig oder geschlossen.

Bruchkraut (Herniaria). K. 5theilig, knotig. Blb. 5. Stbgf. 5. Fruchtknoten kugelig. Gr. sehr kurz. Frucht einsamig. (V. 2.)

Kahles Bruchkraut (H. glabra). St. 1—6 Zoll, niedergestreckt, sehr ästig. B. verkehrt-eiförmig oder elliptisch, unbehaart. St. und K. ebenfalls glatt. Blüthenknäule blattwinkelständig. Blkr. gelb. Sandige Brachfelder; häufig.

Rauhhaariges Bruchkraut (H. hirsuta). St. niedergestreckt, nebst B. und K. kurzhaarig. B. elliptisch oder länglich, nach dem Grunde verschmälert. Knäuelchen blattwinkelständig, meist 10blüthig. Kelchzipfel durch eine längere Borste stachelspitzig. Sandfelder.

Fünfte Familie. **Knäuelgewächse** (Scleranthеae). Blb. fehlend. Stbgf. kelchständig. Frucht dreihäusig, einsamig. B. gegenständig, ganzrandig, nebenblattlos.

Knäuel (Scleranthus). K. fünfzipfelig, mit glockiger erhärtender Röhre, abfällig. Stbgf. 10. Fruchtknoten von der Kelchröhre umschlossen, aber frei, einfächerig. (X. 2.)

Jähriger Knäuel (S. annuus). Blth. meist 10männig. Kelchzipfel eiförmig, ziemlich spitz, sehr schmal, häutig-berandet, so lang als die Röhre.

Ausdauernder Knäuel (S. perennis). Sehr ähnlich, aber Kelchzipfel länglich, abgerundet-stumpf, sehr breit-randhäutig, bei der Frucht zusammenschließend. Beide Arten auf Sandboden.

Sechste Familie. **Melden** (Chenopodiaceae oder Chenopodium). Blthenstiele kelchartig, 5theilig. Stbgf. meist 5, dem Kelche eingefügt und vor dessen Zipfeln. Fruchtknoten frei, einfächerig, mit 1 oder 2 Griffeln und einfachen Narben. B. meist wechselständig, ohne N.-B.

Gänsefuß (Chenopodium). K. fünfspaltig, bleibend. Stbgf. 5. Gr. 2 oder 1 mit zwei spitzen flaumigen Narben. Frucht mit krustiger zerbrechlicher Schale umgeben. Aeußere Samenhaut knorpelig. (V. 2.) — 13 deutsche Arten.

Spinat-Gänsefuß, Guter Heinrich (Ch. bonus Henricus). Mehlig-bestäubt. B. dreieckig-spitzig, ganzrandig, langgestielt. Blüthenähre endständig, kegelförmig, blattlos. Auf Schutt und auf Wegen.

Stechapfelblätteriger Gänsefuß (Ch. hybridum). Kahl, lebhaft grün. B. herzförmig, eckig-gezähnt, Ecken zugespitzt, die mittlere größer, verlängert. Blüthenschweif rispig. S. grünlich punktirt.

Steifer Gänsefuß (Ch. urbicum). B. glänzend, 3eckig, buchtig- oder ausgeschweift-gezähnt. Aehre zusammengesetzt, aufrecht, fast blattlos. S. glatt. An Wegen.

Weißer oder gemeiner Gänsefuß, Melde (Ch. album). B. rauten-eiförmig, ausgebissen-gezähnt, die oberen länglich, ganzrandig. Blüthenschweife fast blattlos. Weiß, mehlig-bestäubt. Unkraut.

Rother Gänsefuß (Ch. rubrum). Blüthenschweif beblättert. B. veränderlich, rautenförmig-dreieckig, zuweilen fast spießförmig-3lappig, buchtig-gezähnt, St. später röthlich. Auf Schutt und an Wegen.

Mauer-Gänsefuß (Ch. murale). B. rauten-eiförmig, glänzend, spitzgezähnt. Blüthenschweife spreizend. S. glanzlos, gekeilt-berandet. Schutt.

Stinkender Gänsefuß (Ch. olidum). B. rauten-eiförmig, grau bestäubt. St. ästig. Blüthenknäule armblüthig. An Wegen, auf Schutt.

Wohlriechender Gänsefuß (Ch. ambrosoides). B. lanzettlich, an beiden Enden verschmälert, entfernt-gezähnt, unterseits drüsig, mit sitzenden zerstreuten Drüsen. Traube beblättert.

Traubiger Gänsefuß (Ch. Botrys). Drüsig-flaumig. B. länglich, fast fiederspaltig-buchtig, stumpf-gezähnt, die obersten deckblattformig, lanzettlich, ganzrandig. Blüthenschweife in verlängerte Trauben geordnet. Auf Sandfeldern.

Melde (Atriplex). Vielehig, oft auch 1- oder 2häusig. Bei der weiblichen Blume ist der K. zweitheilig oder zweispaltig. Fruchtknoten von der Seite her plattgedrückt. Gr. fehlend. Narben 2—3, eilanzettlich, spitz, sitzend. Samen kugelig, hart. XXI. 5—10. 11 deutsche Arten.

Garten-Melde (A. hortensis). St. krautig, aufrecht. B. herzförmig-3eckig, gezähnt, gleichfarbig, glanzlos, die obern länglich, 3eckig, fast spießförmig. Fruchthülle rundlich-eiförmig, ganzrandig, netzadrig. Aus der Tartarei stammend, häufig in Gemüsegärten cultivirt.

Ausgebreitete Melde (A. patula). B. lanzettlich, die unteren gezähnt, fast spießförmig, die obersten lineal. Fruchthülle spieß-rautenförmig, bis auf den Grund getheilt. Fruchtröhren steif. Gärten, Aecker, Schutt.

Geschlitzte Melde (A. hastata). Untere Aeste spreizend. Untere B. 3eckig, spießförmig, tief buchtig-gezähnt, die obern spieß-lanzettförmig, die obersten ganzrandig. Fruchthülle herzförmig-3eckig, buchtig-gezähnt; Zähne zugespitzt und pfriemlich. Ebendaselbst.

Seestrands-Melde (A. littoralis). Aeste nicht spreizend. B. lineal-lanzettlich. Fruchthülle rauten-eiförmig, gezähnt. Auf Wiesen, Meeresufer.

Mangold (Beta). K. fünfspaltig, bleibend. Stbgf. 5. Fruchtknoten glatt, eiförmig. Gr. und Narben wie bei Atrip. (V. 2.)

Gemeiner Mangold (Beta vulgaris). St. 3—5 Fuß, ruthenästig. R.-B. gestielt, eirund-länglich, groß-wellig. Stiele und Nerven derselben oft roth oder gelb. Blüthenknäule 3- bis mehrblüthig, lange Aehren. Küsten. Im Großen cultivirt.

Spinat (Spinacia; XXII. 4). Gemeiner oder Winter-Spinat (Spinacia oleracea oder spinosa). B. am Grunde beiderseits spießförmig, 2zähnig. Früchte behaart oder stachlig. Cultivirt.

Sommer-Spinat (Sp. inermis). B. länglich-eiförmig. Früchte wehrlos. Ebenfalls zum Hausgebrauch cultivirt.

Salzkraut (Salsola). K. fünfspaltig, bleibend. Gr. 2 oder 1 mit zwei spitzen flaumigen Narben. Frucht dünnhäutig, von oben plattgedrückt. S. wagrecht, dünnhäutig. Keim oben an der Schote gewunden.

Gemeines Salzkraut (Salsola Kali; V. 2). Steifästig, sperrig. B. pfriemlich wie eine knorpelige, vorn zugespitzt. Meeresküsten, Salzquellen. Liefert Pottasche.

Vierzehnte Ordnung. **Guttigewächse** (Guttiferae).

K. frei, 2—8gliedrig, in der Knospe dachig. Blb. meistens 4—5, in der Knospe gedrehet. Zahlreiche, getrennte oder verwachsene Stbgf. unterweibig. Kapsel, Beere oder Steinfrucht.

Erste Familie. **Johanniskrautgewächse** (Hypericineae).

K. 4—5theilig, bleibend. B. regelmäßig. Blb. 4—5. Stbgf. vielbrüderig, unterweibig. Gr. fädlich. Fruchtknoten vielnervig, mehrfächerig. B. oft durchscheinend punktirt.

Johanniskraut (Hypericum; XVIII. 3—5). Gemeines oder punktdurchlöchertes Johanniskraut (H. perforatum). St. steif, aufrecht, 2schneidig. B. oval-länglich, durchscheinend punktirt, stumpf. Blth. ebensträußig, gelb. N.-B. lanzettlich, lang zugespitzt, halb so lang als die Blb. Stbgf. 50 — 60. Trockene Wiesen.

Schönes Johanniskraut oder schönes Hartheu (H. pulchrum). St. aufrecht, stielrund, kahl, herz-eiförmig, sitzend, durchscheinend punktirt, unterseits graugrün. Kelchblätter verkehrt-eiförmig, sehr stumpf, drüsig bewimpert. Die Drüsen sehr kurz gestielt. Gebirgswälder.

Vierkantiges Johanniskraut (H. quadrangulare). St. aufrecht, vierkantig. B. oval, zerstreut-durchscheinend-punktirt oder unpunktirt. K.-B. elliptisch, stumpf, ganzrandig, ungefähr so lang als der Fruchtknoten. Waldtriften, Wiesen.

Berg-Johanniskraut (H. montanum). St. aufrecht, stielrund, kahl. Bl. herzförmig, sitzend, die oberen durchscheinend-punktirt, unterseits etwas weich. Kelchblätter lanzettlich, spitz, drüsig-gewimpert, die Drüsen kugelig, gestielt. S. feinpunktirt. Wälder, Gebüsch.

Rauhes Johanniskraut (H. hirsutum). St. aufrecht, stielrund. B. eiförmig oder länglich-punktirt, kurzgestielt, nebst dem St. rauhbehaart. Wälder; häufig.

Hierher gehört als zweite Familie die der **tropischen Guttibäume**.

Funfzehnte Ordnung. **Cistblüthige** (Cistiflorae).

K. frei und wie die unterweibige Blkr. meist 5gliedrig, in der Knospe dachig. Stbgf. meist 5, unterweibig. Kapsel mit wandständigen Samenträgern, selten eine Beere.

Erste Familie. **Parnaßgewächse** (Parnassieae) mit einer drüsig-gefransten, 5blätterigen Nebenkrone, d. h. es sind 5 Honiggefäßschuppen mit strahligen, an der Spitze eine kugelig drüsentragende Wimper vor die Blb. gestellt. Stbgf. 5.

Herzblatt (Parnassia; V. 4).

Sumpf-Herzblatt (P. palustris). St. 4—12 Zoll, einfach, einblüthig, untere B. langgestielt, herzförmig, in der Mitte des St. ein sitzendes, herzförmig, stengelumfassendes B. Blth. weiß. Feuchte Bergwiesen.

Zweite Familie. **Sonnenthau-Gewächse** (Droseraceae). Stbgf. 5. Blkr. 5blätterig, regelmäßig, mit drüsigen Bl. Kapsel 2—5klappig.

Sonnenthau (Drosera; V. 5).

Rundblätteriger Sonnenthau (D. rotundifolia). B. rundständig, langgestielt, kreisrund, spatelig, oberseits am Rande mit purpurrothen Safthaaren besetzt. Blththeile weiß, kurzstielig. Schaft 3mal so lang als die B.

Dritte Familie. **Veilchen-Gewächse** (Violarieae). Blkr. 5blätterig, unregelmäßig, das oberste B. meist gespornt oder kapuzenförmig. K. 5blätterig. Stbgf. 5 auf einer unterweibigen Scheibe. Stbbl. dicht an den Fruchtknoten anliegend.

Veilchen (Viola). K. ungleich, am Grunde in ein Anhängsel verlängert. Stbgf. breit, lanzettlich, kurz mit Stbl. in einen Cylinder zusammenschließend, aber nicht verwachsen. Kapsel dreikantig.

Wohlriechendes Veilchen (V. odorata). Stengellos. Ausläufer treibend. B. breit-eiförmig oder tief-herzförmig; unterseits und am Rande schwach-flaumhaarig oder kahl. N.-B. eilanzettlich, spitz, am Rande nebst den Fransen kahl, an der Spitze fein-wimperig. Blthst. kahl. Blth. violett-weiß, wohlriechend. An Hecken häufig.

Hunds-Veilchen (V. canina). St. niederliegend und aufstrebend, kahl oder etwas flaumhaarig. B. aus herzförmiger Basis länglich, eiförmig oder fast nierenförmig, kurz zugespitzt, die unteren stumpf. Spore unterseits mit einer Längsrinne von doppelter Länge der K.-Anhänge. Blthst. flügellos. N.-B. länglich-lanzettlich. Blth. violett (Sporn weiß), geruchlos. Sonnige Hügel.

Rauhhaariges Veilchen (V. hirta). Ohne Ausläufer. Bl. beiderseits weichhaarig, herzförmig. Blthst. oben vierkantig, behaart. Blth. blauviolett und weiß; geruchlos. Gebüsch.

Verschiedenblättriges Veilchen od. Wunderveilchen (V. mirabilis). St. aufrecht, einzeilig, behaart. Blthst. am Kiele haarig. Bl. breit-herzförmig, kurz zugespitzt, klein gekerbt, die unteren fast nierenförmig. Nebenb. länglich-lanzettlich, zugespitzt. Sporn ohne Längsrinne, die wurzelständigen Blth. mit

Blkr. und unfruchtbar. Die stengelständigen Blth. blumenblattlos; wohlriechend; lilla. Gebirgswälder.

Dreifarbiges Veilchen oder Stiefmütterchen (V. tricolor). B. gekerbt, die unteren eiherzförmig. N.-B. sehr groß, leierförmig, fiederspaltig. Endlappen ganz oder gekerbt; St. ästig. Aecker, fruchtbare Felder und Gärten.

Vierte Familie. **Sonnenröschen-Gewächse** (Cistineae). Blkr. 5blätterig, regelmäßig. K. 5blätterig, die 2 äußeren B. kleiner. Stbgf. zahlreich. Kapsel nackt. S. unbemantelt.

Sonnenröschen (Helianthemum; XIII.)

Gemeines Sonnenröschen (H. vulgare). St. strauchartig; B. oval oder länglich, entgegengesetzt, gewimpert. N.-B. lanzettlich. Gr. 2—3mal so lang als der Fruchtknoten. Blth. gelb oder weißlich. An Waldrändern.

Sechszehnte Ordnung. **Kürbisfrüchtler** (Peponiferae).

K. und Blk. 5theilig. Fruchtknoten unterständig mit der Kelchröhre überwachsen aus mehreren verwachsenen Fruchtbl. gebildet. Frucht meist saftig und einfächerig. Samenträger wandständig.

Erste Familie. **Kürbisse** (Cucurbitaceae). Die 5 Blb. meistens in eine einblätterige Blkr. verwachsen. Stbgf. 5 häufig verwachsen. St. hin- und hergekrümmt. Fruchtknoten unterständig. Beere saftig.

Kürbis (Cucurbita; XXI. 12). Stbgf. mit Stbl. in eine lange Röhre verwachsen. Staubfadenröhre viel länger als die Stbl. S. mit wulstigem Rande.

Gemeiner Kürbis (C. pepo). Steifhaarig. St. kletternd. B. herzförmig, undeutlich, 5lappig. Frucht rundlich oder oval, glatt. Blth. gelb. Orient; cultivirt.

Gurke (Cucumis; XXI. 12). K. röhrig, 5spaltig. Blkr. tief, 5spaltig. Stbgf. in drei Parthien verwachsen. Stb. wie beim Kürbis, aber mit einem häutigen Läppchen versehen. S. mit einem scharfen Rande. Bei beiden Gattungen in saftigem Fruchtbrei sitzend.

Gemeine Gurke (C. sativus). Steifhaarig. St. kletternd. Winkelranken einfach. B. undeutlich, 5lappig, mit spitzen Ecken. Frucht länglich, 3—6kantig, knotig. Blth. gelb. Ostindien, bei uns angebaut. Die Melone (C. melo) hat Blätter mit stumpfen Ecken.

Spring-Gurke (Momordica; XXI. 12).

Gemeine Spring-Gurke (M. elaterium). Graugrün, steifhaarig. B. langgestielt, herzeirund, schwachlappig. Blkr. flach-glockig, langgestielt, grünlichgelb, aderig. Männl. Blth. in Scheindolden. Frucht steifhaarig. Löst sich mit der leisesten Berührung vom Stiele ab und die blauen glatten S. spritzen mit größter Schnelligkeit einen Saft aus. Südeuropa, bei uns in Gärten.

Zaunrübe (Bryonia; XXI. 12). K. glockig, mit ausgebreiteter Blkr., verwachsenem Gr. 3theilig oder 3spaltig. Narben fast schildförmig oder kopfig, 2spaltig. Frucht beerenartig, kugelig, glatt. Vor der Reife 5fächerig mit 2reihigen Fächern. S. eirund.

Schwarzfrüchtige Zaunrübe (B. alba). St. rankend. Blth. 1häufig, in Doldentrauben. B. herzförmig, 5lappig. Blth. gelbgrün; Beeren schwarz. In Zäunen umherrankend.

Rothbeerige Zaunrübe (B. dioica). Blth. 2häufig. K. von halber Länge der Blkr. Beeren roth; selten.

Hierher gehören auch die ausländischen Familien der Passionsblumen (Passifloreae) und die der Cactusgewächse (Nopaleae), von denen bekanntlich die verschiedensten Arten bei uns zu Zierpflanzen dienen.

Zweite Familie. **Stachelbeeren** (Grossularieae). Blb. frei. K. 5gliederig. Stbgf. 5 oder mehr dem Kelchschlunde eingefügt. Fruchtknoten unterständig. Frucht beerenartig.

Ribsel (Ribes; V. 1).

Gemeine Stachelbeere (R. grossularia). Blthst. 1 — 3blüthig. Stacheln der Zweige 3theilig. B. 3lappig. Beeren borstig, grünlichweiß oder roth.

Rothe Johannisbeere (R. rubrum). K. beckenförmig. Zipfel am Rande kahl. Trauben fast kahl; gelbgrün. Ueberall in Gärten.

Gichtbeere (R. nigrum). K. flaumig, drüsig-punktirt. Zipfel länglich zurückgekrümmt. B. unterseits drüsig-punktirt, grün, inwendig röthlich. Beere schwarz, von widerlichem Geruch, sowie der ganze Strauch gerieben einen unangenehmen Geruch verbreitet.

Siebenzehnte Ordnung. **Mohnblüthler** (Rhoeadeae).

Blb. und Stbgf. achsenständig, unterweibig, gewöhnlich 4 oder mehr. K. frei. Fruchtknoten aus 2 oder mehreren symmetrisch verwachsenen Fruchtb. gebildet. Samenträger randständig.

Erste Familie. **Bitterlinge** (Polygaleae). Blkr. unregelmäßig. Stbgf. 2brüderig. Fruchtknoten 2fächerig.

Kreuzblume (Polygala). K. ungleich 5blätterig. Die 2 inneren seitlichen Kb. viel größer, den Flügeln einer Schmetterlingsblume ähnlich. Blkr. aus 3 — 5 unter sich und mit der Staubfädenröhre unterwärts verwachsenen Blb. gebildet, deren unteres meist kammartig zerschlitzt ist und gleichsam das Schiffchen einer Schmetterlingsblume darstellt. Stb. 8. Kapsel platt-zusammengedrückt, oval, 2fächerig. (XVII. 8).

Gemeine Kreuzblume (P. vulgaris). Blthst. aufsteigend, krautig. B. wechselständig, lanzettlich, die untersten elliptisch. Blth. in lockern Endtrauben,

blau, rosenroth oder weißlich. Unterlippe der Blkr. gefranzt. Kapsel im Kelchgrunde stiellos, verkehrt-eirund, herzförmig, glatt und kahl. Die obersten Deckbl. kürzer als die Blthst. Auf Bergen.

Bittere Kreuzblume (P. amara). Blth. mit vielspaltigem Anhängsel, endständigen Trauben, vielblüthig; die Flügel länglich, verkehrt-eiförmig, 3nervig; die Nerven an der Spitze kaum ineinander fließend. Die Seitennerven auswendig aderig; die Adern spärlich, ästig, nicht netzig verbunden. B. verkehrt-eiförmig, stumpf, die obersten rosettig. Blth. blau. Auf feuchten Wiesen der ebenen Berge.

Schopfige Kreuzblume (P. comosa). Flügel elliptisch, 3nervig. Die obersten Deckbl. länger als der Blthst. und über die Blthknospen schopfartig hervorragend. B. lineal-lanzettlich, die untersten elliptisch, kürzer. Blth. gewöhnlich rosenroth, selten blau. Trockene Wiesen, Bergabhänge.

Zweite Familie. **Reseda-Gewächse** (Resedaceae). Blb. zerschlitzt, 4 — 6, ungleich. K. 4 — 6theilig, bleibend. Frucht und Fruchtknoten einfächerig, an der Spitze offen.

Reseda (Reseda). Stbgf. 10 — 25 der in eine Honigscheibe erweiterten Achse eingefügt. Fruchtknoten rundlich oder verkehrt-eiförmig mit 3 kurzen kegelförmigen Gr. Kapsel einfächerig. S. nierenförmig, wandständig (XI. 3).

Wau-Reseda (R. luteola). St. steif aufrecht, einfach oder oberwärts ruthenästig. B. schmal-lanzettlich, ungetheilt. K. 4theilig. Blth. blaßgelb. An Wegen. Wird häufig zum Gelbfärben benutzt.

Gelbe Wau-Reseda (R. lutea). St. ausgebreitet, buschig, ästig, mittlere doppeltfiederspaltig; die obersten 3spaltig. K. 6theilig. An Wegen, aber selten.

Wohlriechende Reseda (R. odorata). B. ganz oder 2 — 3spaltig. K. 6theilig. Blth. weißgelb. Zierpflanze.

Dritte Familie. **Erdrauche** (Fumariaceae). K. 2blätterig. Blkr. 4blätterig, unregelmäßig, 2lippig, gestielt. Stbgf. unterweibig 6, zweibrüderig. Fruchtknoten einfächerig. Kapsel schotenförmig.

Erdrauch (Fumaria). Blb. gekreuzt, unterwärts verwachsen, das oberste in einen Sporn vorgezogen. K. abfällig, sehr klein. Gr. 1 mit 2blättiger Narbe. Frucht fast kugelig. S. matt ohne Anhängsel (XVII. 6).

Gemeiner Erdrauch (F. officinalis). St. weitschweifig, ästig. Stb. 3mal kürzer als die Blth. B. mehrfach fiederig und 3zählig zusammengesetzt. Blättchen lineal-länglich. Blth. traubig, purpurroth, an der Spitze schwarzpurpurn. Frucht rundlich, breiter als lang, vorn etwas ausgerandet. Auf Aeckern, gemein.

Dieser Pflanze ähnlich ist die Familie Vaillantii. K.-B. schmäler als das Blthstielchen, vielmal länger als die Blth. Blattzipfel lineal. Früchte kreis-

rund, abgerundet, stumpf, nicht ausgerandet. Blth. purpurn. Ebenfalls auf Aeckern.

Lerchensporn (Corydalis). Schotenfrucht langgestreckt, 2klappig, vielsamig. S. glänzend, schwarz mit einem Anhängsel am Nabel (XVII. 6).

Hohlknolliger Lerchensporn (C. cava). Knollen hohl, mit Fasern besetzt. Blthst. nackt. B. doppelt, 3zählig. Deckb. unter den Blth. ungetheilt. Sporn mit einwärts gekrümmter Spitze. Blth. purpurn oder weiß. In Gebüschen.

Derbknolliger Lerchensporn (C. solida). Knollen zwiebelartig, nicht hohl. St. mit häutiger Scheide. Deckb. gefingert. Sporn fast gerade. Blth. purpurn. In Gebüschen.

Gelber Lerchensporn (C. lutea). B. doppelt=gefiedert. Deckb. haarspitzig. Blth. gelb. Süddeutschland. Zierpflanze.

Vierte Familie. **Mohne** (Papaveraceae). K. 2blätterig, hinfällig. Blkr. 4blätterig, regelmäßig, kreuzständig. Stbgf. frei, unterweibig. Frucht schotenförmig, 2fächerig oder eine Kapsel.

Mohn (Papaver). Stbgf. zahlreich auf dem Fruchtboden sitzend. Blth. roth (XIII. 1). 6 deutsche Arten.

Klatsch=Mohn (P. rhoeas.) Stbf. pfriemlich. Kapsel kurz, verkehrteiförmig, kahl. Läppchen der Narbe mit ihrem Rande sich deckend. St. steifhaarig, mehrblüthig. B. gefiedert und doppelt=gefiedert. Zipfel länglich=lanzettlich, eingeschnitten, gezähnt. Blth. hochroth. Auf Sandfeldern unter der Saat.

Schlaf=Mohn (P. somniferum). Stbf. oberwärts verbreitert. Kapsel fast kugelig, kahl. B. länglich, ungleich=gezähnt; die oberen ganz, mit herzförmiger Basis, stengelumfassend, die unteren buchtig an der Basis verschmälert. Blth. weiß oder violett.

Saat=Mohn (P. dubium). Stbf. pfriemlich. Kapsel keulenförmig, kahl. Kerben der Narbe getrennt. St. steifhaarig, mehrblüthig. B. fiederspaltig. Zipfel lineal, entfernt gezähnt. Blth. hochroth, selten weiß.

Schöllkraut (Chelidonium). Blb. gleich. Stbgf. zahlreich. Fruchtknoten walzlich. Narbe 2lappig. Frucht schotenförmig, 2klappig. S. 2reihig (XIII. 1).

Gemeines Schöllkraut (Ch. majus). St. ästig, beblättert, mit etwas angeschwollenem Knoten. B. gefiedert. Blättchen doppelt=lappig, gekerbt. Blthst. doldig. Stbgf. gelb. Blth. gelb. An Hecken, gemein. Der frische gelbe Saft ist giftig.

Fünfte Familie. **Kreuzblüthler** (Cruciferae). K. und Blkr. 4blätterig, abwechselnd. Blb. kreuzständig. Stbgf. 6, 4mächtig; die 4 längern den Samenträgern, die 2 kürzern den Klappen gegenüber. Fruchtknoten 2fächerig. Schotenfrüchtler. S. eiweißlos.

Schotenfrüchtige (Siliquosae). Schote lineal oder lineal=lanzettlich, 2klappig, aufspringend.

Matthiole (Matthiola; XV. 2).

Sommer-Levkoje (M. annua). B. lanzettlich, stumpf, grau bestäubt. Schoten am Ende spitz. Blth. roth oder violett, wohlriechend. Südeuropa; sehr beliebte Zierpflanze.

Winter-Levkoje (M. incana). St. staudig. B. zuweilen am Rande etwas wellig. Schoten am Ende stumpf.

Verschiedenfarbige Levkoje (M. varia). St. aufrecht. B. lineal, stumpf, ganzrandig. Blth. fast stiellos, schön purpurn. Bl. verkehrt-eiförmig. Südliches Tyrol.

Goldlak (Cheiranthus; XV. 2).

Gemeiner Goldlak (Ch. cheiri). Bl. lanzettlich, spitz, ganzrandig, die unteren beiderseits 1—2zähnig. Zähne spitz. Schoten zusammengedrückt.

Brunnenkresse (Nasturtium). Schote schmal, stielrundlich oder linealisch mit erhabenen Klappen. S. in jedem Fache unregelmäßig, zweireihig.

Gebräuchliche Brunnenkresse (N. officinale). St. am Grunde niederliegend, wurzelnd. B. federig, dunkelgrün. Blättchen eirundlich, geschweift-zähnig; öfters am Grunde etwas herzförmig, und einem am Grunde mit zwei kleinen Oehrchen pfeilförmig umfassenden Blattstiel. Blthb. weiß, länger als der K. Schoten lineal, länglich.

Wilde Brunnenkresse (N. sylvestre). Schötchen lineal, so lang oder etwas länger oder kürzer als das Blthstielchen. B. gefiedert. Blättchen länglich-lanzettlich, gezähnt oder wieder fiederspaltig. St. ästig ausgebreitet. Blb. länger als der K. Feuchte Triften, Gräben.

Sumpf-Brunnenkresse (N. palustre). Schoten länglich, gedunsen, ungefähr so lang als das Blthstielchen. Die untern B. leierförmig, die obern tief fiederspaltig. Zipfel länglich-gezähnt. Blb. so lang als der K., gelb.

Barbenkraut (Barbareae).

Gemeines Barbenkraut (B. vulgaris). Untere B. leierförmig. Endlappen groß, rundlich oder eiförmig; die Seitenlappen 4paarig; die obern B. ungetheilt, verkehrt-eiförmig gezähnt. Schoten lineal, viel länger als das Blthstielchen. Blb. gelb. Feuchte Stellen.

Gänsekraut (Arabis; XV. 2).

Rauhhaariges Gänsekraut (A. hirsuta). St. unterwärts rauhhaarig, von abstehenden Haaren, oberwärts kahl. B. länglich, ebenfalls behaart; die Stb. aufrecht abstehend, mit tief-herzförmiger Basis sitzend. Schoten aufrecht, schmal lineal, zusammengedrückt. S. schmal geflügelt. Steinige Hügel.

Schaumkraut (Cardamine). Schoten lineal. Samenlappen flach, ohne deutlich ausgesprochene Kerbchen.

Wiesen-Schaumkraut (C. pratensis). B. gefiedert. Blättchen der wurzelständigen rundlich-eiförmig geschweift oder gezähnt, gestielt; die Endblättchen größer, fast nierenförmig, die der stengelständigen lineal, ganzrandig. Bst. ohne

Oehrchen. Blb. 3mal so lang als der K.; verkehrt-eiförmig. Stbgf. um die Hälfte kürzer als die Blth. St. stielrund, oberwärts schwach gerollt.

Bitteres Schaumkraut (C. amara). Blb. 3mal so lang als der K. B. mehrpaarig gefiedert, Endlappen größer, Blättchen eckig-gezähnt; Stbgf. kaum kürzer als die Blth. St. kantig, gefurcht. Blth. weiß. K. violett. An Ufern.

Wald-Schaumkraut (C. sylvatica). Blb. von doppelter Länge des K. B. gefiedert. Blättchen der unteren B. rundlich, eiförmig, geschweift oder gezähnt, gestielt, das rundständige größer; — die obere B. länglich oder lineal. Gr. so lang als die Breite der Schote. St. kantig. In Wäldern.

Zahnwurz (Dentaria). Zwiebeltragende Zahnwurz (D. bulbifera). Untere B. gefiedert, aber ungetheilt. B. in den Blattwinkeln Knospenzwiebeln tragend. Blth. weiß oder röthlich. Gebirgswälder.

Nachtviole (Hesperis). Narbe aus zwei länglichen oder linealen aufrecht zusammenschießenden Plättchen gebildet.

Gemeine Nachtviole (H. matronalis). St. einfach oder abwärts ästig. B. ei-lanzettlich, zugespitzt, zähnig. Blth. traubig. Blb. violett, roth, lilla oder weiß, verkehrt-eirund, gerundet, stumpf, mit vorspringenden Spitzchen. Schoten mit abstehenden Blüthenstielchen aufrecht, kahl, stielrund. S. braun.

Eigentliche Nachtviole (H. tristis). Blthstielchen so lang als der K. und länger. Blb. lineal, lanzettlich, stumpf, Schoten mit dem Blthstielchen weit abstehend, kahl, zusammengedrückt, in der Mitte holzig; Klappen nur halb so breit als die Scheidewand; B. ei-lanzettförmig, zugespitzt, ganzrandig oder schwach gezähnelt. Blb. gelblich, roth geadert, besonders Abends wohlriechend. Niederöstreich. Beliebte Zierpflanze.

Rauke (Sisymbrium). Schoten lineal oder pfriemlich. Klappen erhaben, mit drei Längsnerven durchzogen. Stb. stumpf oder ausgerandet. S. in jedem Fache einreihig, länglich, stielrund oder etwas zusammengedrückt.

Gebräuchliche Rauke (S. officinale). B. schrotsägenartig-fiedertheilig. Blättchen 2—3paarig, länglich, gezähnt, das endständige sehr groß. Schoten mit dem Blthstielchen an die Spindel angedrückt, lineal-pfriemlich, flaumhaarig. Blb. hellgelb, länger als der K. An Wegen und auf Schutt.

Feinblättrige Rauke, Sophienkraut (S. sophia). B. 3fach gefiedert. Blättchen schmal-lanzettlich bis lineal. Blth. gelb. An Wegen.

Thals-Rauke (S. Thalianum). Schale lineal. Blth. weiß. St. sehr zart, nur mit 3—5 B. B. länglich-lanzettlich, ungetheilt, behaart. Wurzelblätter in Rosetten.

Knoblauch-Rauke (S. Alliaria, Alliaria officinalis, Erysimum alliaria). B. ungetheilt, die untern nierenförmig, grob geschweift-gekerbt, die obern herzeiförmig, spitz gezähnt. Schoten abstehend vielmal länger als das Blthstielchen. Blb. weiß. Gebüsch. Wege. Das zwischen den Fingern geriebene Kraut riecht knoblauchartig.

Hederich (Erysimum). Goldlackartiger Hederich (E. cheiranthoides). B. länglich-lanzettlich, nach beiden Enden verschmälert, geschweift-gezähnelt oder gezähnt, mit Haaren bestreut und etwas weich. Blthstielchen 2- oder 3mal so lang als der K. und fast halb so lang als die Schote; Schoten 4kantig, von der Seite etwas zusammengedrückt, mit entfernten Härchen bestreut. Fast kahl. Blth. gelb. Aecker.

Kohl (Brassica). Schale lineal, stielrundlich, in einem dicken, kegeligen oder zusammengedrückt viereckigen Schnabel zugespitzt. Klappen erhaben, mit einem Mittelnerv und öfters mit Adern durchzogen. S. in jedem Fache einreihig, knorpelig.

Gemüse-Kohl (B. oleracea). B. meergrün, die unteren leierförmig gestielt, die oberen länglich, sitzend, ganz kahl. Traube schon vor dem Aufblühen verlängert und locker. K. aufrecht, geschlossen. Stbgf. sämmtlich aufrecht. Blb. gelblichweiß. Gebaut.

Spielarten sind: Brauner Kohl, Wirsing oder Savoye-Kohl, Kopfkohl oder Karpus, Kohlrabi über der Erde.

Rüben-Kohl (B. rapa). Die ersten B. grasgrün, die folgenden meergrün, die unteren leierförmig, die oberen eiförmig, zugespitzt, mit tief-herzförmiger Basis stengelumfassend. Bl. während des Aufblühens flach; die geöffnete Blth. höher als die gedrängten Blthknöpfe. K. zuletzt wagerecht abstehend; die kurzen Stbgf. abstehend, aufstrebend; gelb. Aecker, in Abarten angebaut.

Winterrübenraps (B. Rapa oleifera), zweijährig. Sommerrübenraps, einjährig; Tellerrübe (Mairübe); Teltoverrübe; weiße, gelbe und rothe Rübe.

Raps-Kohl (B. napus). B. meergrün, die untersten in der Jugend feinhaarig, später kohl, leierförmig, die oberen länglich, herzförmig umfassend, spitz. Blth. vor dem Aufblühen verlängert, locker. K. zuletzt halb-offen; die kurzen Stbgf. abstehend, aufstrebend. Schoten abstehend. Blb. schön citrongelb. Angebaut.

Spielarten sind: Der Winterkohlraps (B. oleifera), zweijährig, Wurzel dünn, spindelig. Der Sommerkohlraps (B. annua), einjährig, W. dünn. Die Kohlrübe, Unterkohlrübe, Steckrübe (B. [rapifera esculenta]), W. fleischig, eßbar.

Schwarzer Kohl oder schwarzer Senf (B. nigra oder Sinapis nigra). B. gestielt, die unteren leierförmig gezähnt, die Endzipfel sehr groß, gelappt, die oberen lanzettlich, ganzrandig. K. wagerecht abstehend. S. rothbraun. Unter der Saat. Im Großen cultivirt.

Senf (Sinapis). Schoten lineal, in einen pfriemlich zulaufenden schwertförmigen Schnabel endigend. Klappen erhaben, holperig, mit 3—5 geraden starken Nerven durchzogen. S. kugelig.

Acker-Senf (S. arvensis). B. eiförmig, ungleich-gezähnt, die unteren

am Grunde geöhrt oder leierförmig, fast fiederspaltig. Blth. doldentraubig, citrongelb. Schnabel der walzlichen holzigen Schote so lang als dieselbe oder kürzer, 2schneidig. Ackerunkraut.

Weißer Senf (S. alba). B. gestielt, leierartig-gefiedert, Blättchen stumpf, buchtig oder lappig gezähnt, die oberen 3 zusammenfließend. K. wagerecht abstehend. Blth. doldentraubig. Blb. spatelig, heller gelb als bei S. arv. Schote von kurzen Borsten rauh. Klappen bei der Reife mit 3 starken und 2 schwachen Nerven zusammengedrückt. Schnabel so lang oder kürzer, als die Schote. Gemeines Ackerunkraut. Angebaut.

2. **Breitwandige Schötchen** (Siliculosae). Aufspringend; Klappen eingekeilt, Scheidewand von der Breite des größeren Querdurchmessers.

Steinkraut (Alyssum XV. 1).

Kelchfrüchtiges Steinkraut (A. calycinum). St. aufstrebend, krautig. Tr. endständig. K. bleibend. Stbgf. zahllos, die kurzen auf beiden Seiten mit einem borstlichen Zahne gestützt. Schötchen kreisrund, von sehr kurzen angedrückten Steinfurchen, grau. B. grau, lanzettlich, am Grunde verschmälert, die untersten verkehrt-eiförmig. Blb. gelblich, zuletzt weiß. Felder. Sonnige Hügel.

Berg-Steinkraut (A. montanum). St. knotig, niedergestreckt oder aufstrebend, zuletzt an der Basis strauchig. Tr. endständig, einzeln, fruchttragend, verlängert. Blb. stumpf oder gestützt. Die längeren Stbgf. geflügelt, die kürzeren an der Basis mit geflügeltem Anhängsel. Schötchen oval oder rundlich, grau. B. grau, lanzettlich, die unteren verkehrt-eiförmig. Blb. gelb. Sonnige gebirgige Stellen.

Mondviole (Lunaria). Spitzfrüchtige Mondviole (L. rediviva). Schötchen elliptisch-lanzettlich, an beiden Enden spitz. S. nierenförmig, noch einmal so breit als lang. Gebirge. Blb. lilla.

Hungerblümchen (Draba XV. 1).

Frühlings-Hungerblümchen (C. verna). St. blattlos. Wb. rauh, lanzettlich, rosettig. Blb. 2spaltig. Schötchen länglich, kürzer als das Blthstielchen. Blb. weiß. Auf magerem Boden häufig.

Löffelkraut (Cochlearia). Stbgf. gerade, zahnlos und ungeflügelt. Schötchen gedunsen, fast kugelig.

Gebräuchliches Löffelkraut (C. officinalis). Wb. gestielt, breit-eiförmig, etwas herzförmig. Stb. eiförmig, gezähnt, die oberen umfassend. Schötchen mit einem Mittelnerv auf den Klappen. Blth. weiß, doldentraubig. An Meeresküsten.

Meerrettig (C. armoracia). Wb. länglich, herzförmig oder eiförmig-länglich, gekerbt, die unteren Stb. fiederspaltig, die oberen eiförmig-lanzettlich, gekerbt, gesägt, die obersten lineal, fast ganz. Blth. doldentraubig, weiß.

Schötchen ohne Nerven auf den Klappen. S. glatt. An Meeresküsten und Flußufern. In Gärten gezogen, häufig verwildert.

Leindotter (Camelina). Gemeine Leindotter (C. sativa, XV. 1). Mittlere Stb. länglich-lanzettlich, ganzrandig oder entfernt-gezähnelt, pfeilförmig-umfassend. Schötchen birnförmig. Blth. hellgelb. Auf Feldern unter Lein. Als Oelpflanze häufig angebaut, da der Samen ein gutes fettes Oel liefert.

Gezähnter Leindotter (C. dentata). Mittlere Stb. lineal-länglich, buchtig-gezähnt oder fiederspaltig, hinten verschmälert, aber an der pfeilförmigen Basis wiederum verbreitet. Schötchen birnförmig. Blb. gelb. Aecker.

3. Schmalwandige Schötchen. Aufspringend, Klappen gekielt oder geflügelt, Scheidewand schmäler als der größere Querdurchmesser.

Täschelkraut (Thlapsi). Schötchen stets flügelrandig, von der Seite zusammengedrückt. Blb. gleich. Stbgf. zahllos. S. länglich, fast 3kantig. (XV. 1.)

Acker-Täschelkraut (Th. arvense). Fruchttragende Trauben verlängert. Stb. länglich, mit pfeilförmiger Basis, sitzend. Fächer des Fruchtknotens vielreihig. St. oberwärts ästig. S. bogig, runzlich. Blb. weiß. Stb. länglich, buchtig-gezähnt, am Grunde pfeilförmig, sitzend. Schutt; cultivirt.

Berg-Täschelkraut (Th. montanum). Fruchttragende Trauben verlängert. Stb. verkehrt-herzförmig sitzend. Wurzel vielköpfig, Stämmchen verlängert, ausläuferartig. St. einfach. Schötchen rundlich, verkehrt-herzförmig. Blb. weiß. Gebirgige Orte.

Durchwachsenes Täschelkraut (Th. perfoliatum). Trauben wie vorher. Stb. herzförmig, sitzend. Fächer des Fruchtknotens vereinigt. St. ästig. B. sitzend, mit pfeilförmiger Basis. St. umfassend, so daß der St. scheinbar durch Bl. hindurchgeht. Blb. weiß. Aecker.

Teesdalia. Bauernsenf (Teesdalia).

Nacktstengliger Bauernsenf (T. nudicaulis). Blb. ungleich. St. einfach, meist unten nackt, aber mit einer Rosette eiförmiger, ganzrandiger oder leierförmig-fiederspaltiger Wurzelblätter. Schötchen umgekehrt-eiförmig-rundlich. Sandboden.

Kresse (Lepidium XV. 1). Blb. gleich. Stbgf. zahnlos. Schötchen von der Seite zusammengedrückt mit geflügelten Klappen. S. länglich, fast 3kantig.

Garten-Kresse (L. sativum). Untere B. gestielt, unregelmäßig eingeschnitten, gelappt, gefiedert oder doppelt-gefiedert, die oberen sitzend, lineal, ungetheilt. Schötchen rundlich-oval geflügelt, stumpf ausgerandet, an die Spindel angedrückt. Cultivirt und zufällig auf Schutt.

Feld-Kresse (L. campestre). B. grau-pflaumig. Wb. länglich in den Bst. verschmälert, am Grunde buchtig-gezähnt. Stb. gezähnelt, am Grunde

pfeilförmig stengelumfassend. Schötchen blätterig, punktirt, eiförmig, breit=geflügelt. Brachfelder, cultivirt.

Stink=Kresse (L. cruderale). Untere B. gefiedert, obere sitzend, lineal, ungetheilt. Schötchen abstehend, rundlich=oval, stumpf, an der Spitze schmal geflügelt, ausgerandet, blumenblattlos. Wege, Mauern.

Schleifenblume (Iberis XV. 1).

Bittere Schleifenblume (I. amara). B. länglich, stumpf, am Grunde keilig, vorn beiderseits dreizähnig. Schötchen fast kreisrund, mit einer Kerbe ausgerandet. Flügelrandläppchen 3eckig, kürzer als der Griffel. Blb. weiß. Auf Aeckern unter der Saat.

Hirtentäschelkraut (Capsella vilipidium). Nur die Fruchtfächer vielsaamig und die Klappen auf dem Kiele stets flügellos.

Gemeines Hirtentäschelkraut (C. bursa pastoris). B. schrotsägeförmig, fiederspaltig. Blättchen eiförmig bis 3eckig, spitz. Stb. ungetheilt, Schötchen 3ckig, verkehrt=herzförmig. Blb. weiß. Ueberall an Wegen.

4. Nußschötchen, nicht aufspringend.

Waid (Isatis). Früchtchen von der Seite her flach zusammengedrückt, einfächerig, einsamig. S. länglich, hängend.

Färber=Waid (I. tinctoria). St. sehr beblättert, oberwärts doldentraubig, ästig. B. mehr grünsaftig, die Wb. länglich, allmälig in den langen Bst. verlaufend, mehr oder wenig gezähnt und kurz rauhhaarig. Stb. lanzettlich mit pfeilförmiger Basis, meist kahl. Blth. klein, gelb, in dichten Endtrauben. Schötchen länglich, stumpf oder ausgerandet. Sonnige Hügel und felsige Abhänge.

Krähenfuß (Senebiera XV. 1).

Kurztraubiger Krähenfuß (S. coronopus). St. sich ästig auf der Erde ausbreitend. B. tief fiederspaltig. Blthst. kürzer als die Blth. Schötchen nierenförmig, am Rande gerippt und gezähnt. Blb. weiß. Thonige Aecker.

5. Gliederhülsige Schoten oder **Schötchen,** nicht aufspringend, sondern quer in einsame Glieder sich trennend.

Rettig (Raphanus). Frucht walzig oder kegelförmig, knorpelig, mehrsamig in einsamige Glieder zusammengeschnürt. S. dick, fast kugelig (XV. 2).

Garten=Rettig (R. sativus). Wb. leierförmig, fiederspaltig. Gliederschote walzig, aufgedunsen, lang=zugespitzt, wenig oder gar nicht eingeschnürt und viel dicker als die größten Blthknospen. Blb. lilla oder weiß. Aus Asien stammend, häufig cultivirt.

Acker=Rettig (R. raphanistrum). Wb. leierförmig, fiedertheilig. Gliederschote perlschnurförmig abgeschnürt; bei der Reife längsriefig, ebenso dick als die größten Blthknospen, weiß oder gelblich=weiß, violettaderig oder schwefelgelb. Auf Aeckern, Schutt 2c.

In diese Ordnung gehört auch die Familie der **Kapperngewächse** der Tropenländer, welche das beliebte Gewürz liefern.

Achtzehnte Ordnung. **Wasserrosen** (Hydropeltideae).

Blth. einzeln mit K. und Blb. Blkr. unterweibig. Stbgf. zahlreich, unterweibig. Frucht beerenartig.

Erste Familie. **Seerosen** (Nymphaeaceae). K. 4—6blätterig. Blth. regelmäßig, vielblätterig. Bl. zahlreich, allmälig in die Stbgf. übergehend, unterweibig oder auf den Blth. locker eingefügt. Fruchtknoten mehrfächerig.

Seerose (Nymphaea XIII. 1).

Weiße Seerose (N. alba). B. rundlich, tief-herzförmig, ganzrandig. Lappen der Basis schief-eiförmig. Fruchtknoten bis gegen die Spitze mit Stbgf. besetzt. Narben 12—20strahlig, gelb. Blb. schneeweiß. Stehende und langsam fließende Wasser.

Gelbe Seerose (N. lutea) oder Teichrose (Nuphar luteum). Blth. ausgebreitet. Narbe flach, ganzrandig, 10- bis 20strahlig, Strahlen vor dem Rande verschwindend. Stb. länglich-lineal. Bl. oval auf 1/3 herzförmig eingeschnitten. Blb. gelb. Ebendaselbst.

Hierher gehört auch die Victoria regia oder Königin der Wasserpflanzen, der Gewässer Südamerikas.

Neunzehnte Ordnung. **Vielfrüchtler** (Polycarpicae).

Kelchblätter und Blb. in der Knospenlage ziegeldachig, sehr selten klappig. Stbgf. achsenständig, in unbestimmter Zahl. Fruchtknoten meist sehr viele, mehrreihig in eine Spirallinie gestellt. Griffel eben so viele.

Erste Familie. **Gichtrosenartige** (Paeoniaceae). Stbl. nach einwärts gegen die Fruchtbl. aufspringend. Narben sehr groß, dick, sitzend. B. ohne N.-B., mehrfach hand- und fiedertheilig zusammengesetzt.

Christophskraut (Actaea XIII. 1).

Aehrenblüthiges Christophskraut (A. spicata). St. aufrecht, 1—3blätterig. B. 3zählig, doppelt-gefiedert. Blättchen eiförmig oder länglich eingeschnitten gesägt. Blth. in endständiger, eiförmiger Traube, weiß. Blb. langspatelig, stumpf, so lang als die Stbgf. Beeren kugelig. Gebirgswälder.

Gichtrose oder **Pfingstrose** (Paeonia XIII. 2—7).

Gemeine Gichtrose (P. officinalis). Wurzelstock knorrig. St. einfach oder wenig ästig. B. groß, langgestielt, doppelt und 3fach-3zählig zusammengesetzt. Blättchen lanzettlich. K. 5blätterig, bleibend. Kelchblätter ungleich, im Innern rundlich, hohl, die äußeren oft lanzettlich. Blb. rundlich, hohl, dunkelkarminroth. Früchte filzig, zottig. An trockenen Abhängen mit gefüllten Bl., in Gärten.

Zweite Familie. **Hahnenfußartige** (Ranunculaceae). Stb. nach Außen aufspringend. Kelchblätter und Blb. meist abfällig, erstere regelmäßig

oder unregelmäßig, letztere 4—15 in einer oder mehren Reihen, oder auch fehlend. Stbgf. zahlreich. Stb. angewachsen. B. ohne N.=B. Frucht weiß, beeren= oder kapselartig.

Waldrebe (Clematis, XIII. 2—7). Kelchblätter 4—5. Blb. fehlend. Früchtchen in einen langen fädlichen, oft schweifartigen Griffel auslaufend.

Gemeine Waldrebe (C. vitalba). St. kletternd. Kelchblätter beiderseits filzig, länglich. Blth. weiß. B. eiförmig=zugespitzt, ganzrandig, grob gesägt oder etwas gelappt, am Grunde meist herzförmig. Früchtchen eiförmig, flaumhaarig, mit einem bärtigen Schweif. Hecken und Gebüsch.

Steife Waldrebe (C. recta). St. aufrecht. B. gefiedert. Blättchen eiförmig=zugespitzt. Kelchblätter länglich, stumpf, kahl, am Rande auswendig flaumhaarig. Blth. weiß. Wiesen, Waldränder.

Bei C. flammula sind die Bl. doppelt=fiederig. Kelchblätter kahl, nur unterseits am Rande filzig. Bei C. integrifolia B. ganz=eirundlich, ganzrandig. Blth. überhängend, violettblau, einzeln.

Leberkraut (Hepatica, XIII. 2—7). Edel=Leberkraut oder Frühlings=Leberblümchen (H. nobilis oder Anemone hepatica). Hülle 3blättrig, kelchartig, mit ungetheilt ganzrandigen Blättchen. Kelchblätter in Kreisen, wechselständig. B. langgestielt, herzförmig, 3lappig, aber ganzrandig, lederig, anfänglich seidenhaarig, zottig, später kahl. Blth. endständig, blau. Früchtchen eiförmig, zottig. März bis April an schattigen, büschigen Stellen.

Windröschen (Anemone). Hüllchen aus quirlständigen Blättchen bestehend, weit von der Bl. entfernt, in oder über der Mitte meist blattlosen Blüthenstengels einen Quirl darstellend. Kelchblätter mit den Blb. wechselständig. Früchtchen auf verdickter Achse spiralig gestellt. (XIII. 2—7.)

Hain=Windröschen (A. nemorosa). Hüllblättchen 3zählig, gestielt. Blst. fast halb so lang als das Bl. Blättchen eingeschnitten, gesägt. Blth. einzeln, weiß, außen etwas röthlich. Kelchblätter meist zu 6, länglich, stumpf, auf beiden Seiten kahl. Früchtchen flaumhaarig.

Hahnenfußblüthiges Windröschen oder ranunkelartiges Windröschen (A. ranunculoides). Blth. gelb, meist zu 2 Blthb., unterseits flaumhaarig. St. der Hüllblätter vielmal kürzer als deren Blättchen, die Stiele der Wb. ohne Rinne. Schaft 3—6″. Wälder; gemein.

Wald=Windröschen (A. sylvestris). Hüllblättchen den Wb. gleich gestaltet, gestielt. Wb. fünftheilig, Zipfel fast rautenförmig, 3spaltig, ungleich, gesägt. Blth. einzeln. B. unterseits zottig. Früchtchen filzig. Schaft 4—12″. Blth. weiß. Sonnige Hügel.

Wiesen=Waldröschen (A. pratensis). Hüllblättchen sitzend, fingerig, vieltheilig. Wb. 3fach fiederspaltig. Blth. glockig, überhängend, schwarz=violett, wenig länger als die Staubfäden. Früchtchen mit langen Griffeln geschwänzt. Sandhügel, Haiden.

Großes Windröschen, Küchenschelle (A. pulsatilla). Hüllblättchen sitzend, fingerig, vielspaltig. Wb. 3fach fiederspaltig, beide von silberweißen Haaren zottig, Schaft einblüthig. Blth. purpur-violett, aufrecht oder etwas nickend. Kelchblätter noch einmal so lang als die Stbgf. Früchtchen rauhaarig. Sonnige Hügel und Berge.

Wiesenraute (Thalictrum, XIII. 2—7).

Gelbe Wiesenraute (T. flabum). Ohne Hülle. St. mit wechselständigen Bl., gefurcht. Bl. fast 3fach gefiedert, am Grunde mit N.-B. Rispe fast doldentraubig. Blth. mit kleinen weißen Kelchblättern. Nasse Wiesen.

Adonis (Adonis, XIII. 2—7).

Frühlings-Adonisröschen (A. vernalis). K. flaumhaarig. Früchtchen fast kugelig-verkehrt-eiförmig, runzelig. Fruchttragende Blthst. aufrecht. Wb. schuppenförmig. Stb. sitzend, vielfach fiedertheilig zerschlitzt, mit linealen Fetzen. Blth. sehr groß, endständig, citronengelb. Auf trocknen, steinigen Hügeln und Abhängen.

Sommer-Adonisröchen (A. aestivalis). K. kahl, an die ausgebreiteten Blb. angedrückt. St. einfach. Bl. gefiedert, mit schmal-linealen Fetzen. Früchtchen 2kielig, mit gerade aufsteigendem Griffel geschnäbelt und mit 1—2 spitzen Zähnen am Grunde. Blb. mennigroth, oft am Grunde schwarz.

Hahnenfuß (Ranunculus). K. blätterig, abfällig. Blb. 5—10 mit einer Honiggrube. Stbgf. und Fruchtknoten sehr zahlreich, Früchtchen oder Aehre bildend, einsamig, nicht aufspringend. B. wechselständig (XIII. 2—7).

Wasser-Hahnenfuß (R. aquatilis). Bl. nicht gleichförmig, schwimmend, nierenförmig oder 3—5lappig, untergetaucht borstig-vielspaltig. Früchtchen etwas gedunsen, querrunzelig. Blätterzipfel nach allen Seiten abstehend. Blth. weiß. Stehende Wasser.

Epheublättriger Hahnenfuß (R. hederaceus). B. gleichförmig, nierenförmig, stumpf-5lappig. Früchtchen etwas gedunsen, querrunzelig, kahl, am Ende kurz bespitzt. Blth. weiß. Quellen und Bäche.

Goldgelber Hahnenfuß (R. auricomus). Wurzel und Stb. verschieden: erstere nierenförmig oder herzförmig-kreisrund, gekerbt, ungetheilt oder 3—5spaltig, letztere fingerig-getheilt, mit linealen Zipfeln. Blätterstiel an der Basis scheidig. St. vielblüthig. Blthst. rund. Früchtchen bauchig, sammthaarig.

Wolliger Hahnenfuß (R. lanuginosus). Wb. handförmig-getheilt. Zipfel breit-verkehrt-eiförmig, 3spaltig eingeschnitten, spitz gezähnt. Stb. gleichgestaltet, die oberen 3theilig, mit länglichen lanzettlichen Zipfeln. Blthst. rauhhaarig, rund, Haare weit abstehend. St. vielblüthig. Fruchtschnabel fast von halber Länge der Frucht. Blth. gelb. Wälder, Gebirge.

Scharfer Hahnenfuß (R. acris). Wb. handförmig-getheilt. Zipfel fast rautenförmig eingeschnitten, spitz-gezähnt. St. nur angedrückt, behaart. Stb. wie Wb. die oberen 3theilig mit linealen Zipfeln. Blumenstiel flaumig,

Haare anliegend. St. vielblüthig. Früchtchen mit vielmal kürzerem Schnabel als die Frucht. Gemeinste Art, auf Wiesen.

Kriechender Hahnenfuß (R. repens). Wb. 3zählig und doppelt-3zählig. Blättchen 3spaltig eingeschnitten, gezähnt. Blthst. gefurcht. St. mit kriechenden Ausläufern. Blth. gelb. An feuchten Stellen häufig.

Knolliger Hahnenfuß (R. bulbosus). Wb. 3zählig und doppelt-3zählig. Blättchen 3spaltig eingeschnitten, gezähnt. St. am Grunde knollig, verdickt. Blthst. gefurcht. K. zurückgeschlagen. Aecker und Triften, häufig.

Acker-Hahnenfuß (R. arvensis). Wb. ganz oder 3spaltig, gezähnt. Stb. 3zählig. Blättchen gestielt, 3- bis vielspaltig, Zipfel keilförmig, die oberen lineal. K. aufrecht, abstehend. Blthst. nicht gefurcht. Früchtchen igelstachlig.

Brennendscharfer Hahnenfuß (R. flammula). Wurzel faserig. Bl. ungetheilt elliptisch oder lineal. St. aufrecht oder mit geraden Gelenken niedergestreckt, oft wurzelnd, vielblüthig. Früchtchen schwachgekielt, mit kurzem, geradem Schnabel. Blth. gelb. Feuchte Stellen.

Großer Hahnenfuß (R. lingua). Bl. ungetheilt, verlängert, lanzettlich. St. aufsteigend oder liegend oder wurzelnd, vielblüthig, Ausläufer treibend. Früchtchen zusammengedrückt, mit breitem, kurz sichelförmigem Schnabel. Blth. gelb. An nassen Stellen.

Warzen-Hahnenfuß (R. ficaria). Wurzel vielknollig, büschelig. B. ungetheilt oder etwas lappig, rundlich-herzförmig, die unteren geschweift, die oberen eckig. St. beblättert, niederliegend. K. meist 3blätterig. Blth. gelb. An feuchten Stellen.

Mauseschwänzchen (Myosurus. XIII. 2—7).

Kleinstes Mauseschwänzchen (M. minimus). Bl. wechselständig. Wb. lineal, spatelig. Blb. am Grunde ein Honiggrübchen, weißlich. Früchtchen einsamig, nicht aufspringend, Fruchtähre Mauseschwanz-ähnlich. Unter der Saat häufig.

Dotterblume (Caltha). K. 5blätterig, abfallend. Blb. fehlend. B. ungelappt. Früchtchen mehrsamig (XIII. 2—7).

Gemeine Dotterblume (C. palustris). St. aufsteigend, wenig ästig. Bl. gestielt, rundlich, herz- oder nierenförmig. Blth. gelb, über 1 Zoll im Durchmesser, mit eirunden Bl. An fleuchten Grasplätzen.

Trollblume (Trollius). K. 5- bis 15blätterig, abfällig. Blb. klein, schmal. B. handförmig, gelappt oder schlitzig (XIII. 2—7).

Europäische Trollblume (T. europaeus). St. aufrecht, ein- und mehrblüthig. Untere Bl. gestielt, 5theilig, obere 3theilig. Kelchblätter kugelig, zusammengeneigt. Dotter gelb. Blb. so lang als die Stbgf. Gebirgswälder.

Nießwurz (Helleborus). K. 5blätterig, lederig, bleibend. Blb. 5—10, röhrig, meist lippig und stielartig genagelt. Kapseln 3—10, sitzend. S. in zwei getrennten Reihen. B. fußförmig. (XIII. 2—7.)

Schwarze Nießwurz (H. niger). W. mehrköpfig mit Fasern. Wb. fußförmig, lederig. Schaft mit 2—3 Deckblättern, sonst nackt, 1—2blüthig. Deckbl. oval. Blth. weiß oder röthlich. Süddeutschland. Gartenzierpflanze. Februar.

Grüne Nießwurz (H. viridis). St. nackt, an Verästelungen beblättert. B. fußförmig, Blättchen der Wb. zurückgekrümmt, rinnig-gebogen, verlängert-lanzettlich, spitz, ungleich-tiefgesägt, kahl oder etwas flaumhaarig, unterseits ringlig geadert. Adern hervorspringend. Narben aufrecht. Blth. grün.

Schwarzkümmel (Nigella; XIII. 1). K. 5blätterig, flach ausgebreitet, abfällig. Blb. 5—10, klein, am Ende des Stengels gekrümmt. Kapseln 3—5—10. S. kantig. B. fiederig-vieltheilig, mit linealen Zipfeln.

Acker-Schwarzkümmel (N. arvensis). Stb. begrannt, Granne halb so lang als der Stbl. Kapseln glatt, auf dem Rücken 3nervig, von der Basis bis zur Mitte zusammengewachsen. Blüthenhülle fehlend. S. 3kantig, feinkörnig-weichlich. Kelchblätter weiß, vorn bläulich, unterseits grüngestreift und walzig. Cultivirt.

Gemeiner Schwarzkümmel (N. sativa). Stb. grannenlos. Kapsel drüsig-weich, auf dem Rücken 1nervig, von der Basis zur Spitze verwachsen. Blüthenhülle fehlend. S. 3kantig, querrunzelig. Kelchblätter weißlich. Cultivirt, namentlich bei Erfurt.

Türkischer Schwarzkümmel (N. damascena). Stb. grannenlos. Kapseln glatt, von der Basis bis zur Spitze verwachsen; Blth. behüllt. S. 3kantig-querrunzelig. Kelchblätter hellblau. Cultivirt. In Gräben. (Jungfer im Grünen.)

Ackelei (Aquilegia; XIII. 2—7).

Gemeine Ackelei (A. vulgaris). K. regelmäßig. Blb. 5, sehr kurz benagelt, trichterig, in einen nach unten gerichteten Sporn vertieft, an der Spitze hakig, einwärts gekrümmt; aufwärts in eine eilanzettlich-stumpfe Lippe vorgezogen. Stbgf. zahlreich. St. mehrblüthig. B. doppelt-3zählig. Blättchen 3lappig, gekerbt. Kerben eiförmig. Blth. blau, selten violett, überhängend.

Rittersporn (Delphinium). K. 5blätterig, das oberste Blättchen in einen festen Sporn vorgezogen. Blb. entweder 4, von denen die beiden obern am Grunde in lange, im Kelchsporne verborgene Sporne verlängert sind, oder bis auf eins der obern fehlschlagend. Fruchtknoten 1—3—5.

Feld-Rittersporn (D. consolida). St. sperrig-ästig. B. doppelt-fiedertheilig mit linealen Zipfeln. Traube armblüthig. Blüthenstielchen viel länger als die Deckbl. Kapsel kahl. Blth. blau. Unter der Saat.

Garten-Rittersporn (D. Ajacis). St. einfach, in eine lange, steife reichblüthige Traube endigend. Blthst. kürzer, als das Deckblatt. Kapseln flaumhaarig. Blau, weiß ꝛc. Orient. Gartenzierpflanze.

Hoher Rittersporn (D. elatum). Gartenzierpflanze.

Scharfer Rittersporn (D. staphisagria). Südeuropäische Pflanze.

Eisenhut (Aconitum). K. unregelmäßig mit 3 äußern und 2 innern Blättchen, das oberste äußere viel größer als die übrigen, bildet eine Haube und ist helmförmig gewölbt; die beiden innern Blättchen sind rundlich oder keilförmig und bilden die Seiten oder Flügel der kleineren. Blb. nur zwei, kappenförmig, lang-genagelt, an das oberste Kelchblatt gestellt und davon eingeschlossen. Fruchtknoten 3—5. S. 3kantig, kreiselförmig. (XIII. 3.)

Wahrer Eisenhut, blauer Sturmhut (A. napellus). B. handförmig 5- bis vieltheilig; die oberen Blb. auf vorwärts gebogenem Nagel wagerecht nickend, mit zurückgekrümmtem Sporn. Blth. traubig, blau oder violett. Alpen, Gartenzierpflanze.

Wolfs-Eisenhut (A. lycoctonum), gelber Sturmhut. B. handförmig-5—7theilig. K. abfallend. Die zwei oberen Blb. auf geradem Nagel straff aufrecht, mit kreisförmig zurückgewelltem Sporn. Blth. blaßgelb. Gebirgswälder.

Zwanzigste Ordnung. **Kockeln** (Cocculinae).

Kelchblätter und Blumenblätter in der Knospe dachig. Stbgf. unterweibig, 4—12. Steinfrucht, Beere oder Kapsel.

Erste Familie. **Berberitzen** (Berberideae). Fächer der Stbl. klappig aufspringend. Frucht einsam. Keim gerade.

Sauerdorn (Berberis; VI. 1).

Gemeiner Sauerdorn (B. vulgaris). Strauch mit 3—5theiligen Dornen. B. büschelig, verkehrt-eiförmig, gewimpert-gesägt; vielblüthige niederhängende Trauben. Blb. ganz oder seicht ausgerandet. Beeren roth. Blth. gelb. Gebüsch, häufig.

Zweite Familie. **Mondsamengewächse** (Menispermeae). Nur tropische Pflanzen.

Ein und zwanzigste Ordnung. **Schirmblüther, (Doldengewächse)** (Umbelliflorae).

Röhre des Kelchs an dem Fruchtknoten angewachsen. Saum 5zähnig oder verwischt. Blb. 5, dem K. eingefügt, in der Knospe eingerollt, so wie die 5 mit den Blb. abwechselnden Stbgf. Fruchtknoten gewöhnlich 2fächerig. Frucht trocken oder fleischig.

Erste Familie. **Doldenpflanzen, Schirmpflanzen** (Umbelliferae). Blb. 5. Gr. 2, am Grunde verwachsen, auf dem Stempelpolster sitzend. Frucht besteht aus 2 bei der Reife von unten nach oben sich vom

Fruchtträger trennenden Schließfrüchtchen (Achänien). Die Frucht ist mit Riefen oder Jochen (juga oder costae) versehen, und die Vertiefungen zwischen denselben nennt man Thälchen (valleculae). Die Fruchtblätter sind mehr oder weniger verwachsen, und so weit diese Verwachsung, heißt die Vorderseite Fuge und die im Gedanken von der Grenze der Fuge gezogene Nath Fugennath. Die ölhaltigen Striemen nennt man vittae. Am Ende der Dolden oder Döldchen finden sich oft eine Hülle (involucrum) oder ein Hüllchen, involucellum. (Siehe Tafel II.)

Geradsamige, Eiweiß auf der Fugenseite flach oder schwach hohl oder erhaben.

Wassernabel (Hydrocotyle). Kelchrand verwischt. Blb. eirund. Gr. aufrecht. Frucht seitlich flachgedrückt. Fädlich. Riefen ohne Striemen. (V. 2.)

Gemeiner Wassernabel (H. vulgaris). Gelblichgrün, etwas glänzend, ziemlich kahl. St. fädlich. B. schildförmig, kreisrund, doppelt-gekerbt, 9nervig, Blattstiel an der Spitze behaart. Dolden kopfig, meist 5theilig. Frucht am Grunde ausgerandet. Blb. weiß und röthlich. Frucht auf dem Querdurchschnitte fast stielrund. Dolden büschelig oder kopfig.

Sanikel (Sanicula). K. igelig-stachelig. Frucht fast kugelig, mit riefenlosen, aber hakig-stacheligen Fruchtblättern.

Gemeiner Sanikel (S. europaea). Wb. handförmig-getheilt. Zipfel 3spaltig, ungleich-eingeschnitten-gesägt. Die zwitterigen Blth. sitzend, die männlichen kurzgestielt. Blb. weiß. Schattige Wälder.

Sterndolde (Astrantia; V. 2).

Große Sterndolde (A. major). Wb. handförmig-5theilig, mit rundlichem Stiele und stachelspitzigen Sägezähnen. Kelchzipfel stachelspitzig. Hüllblätter sternförmig gestellt. Blth. röthlich. Gebirgswälder.

Wasserschierling (Cicuta; V. 2).

Giftiger Wasserschierling (C. virosa). St. gabelästig, flach-gerillt. B. doppelt-gefiedert, Fiederlappen lineal-lanzettlich-gesägt. Sämmtliche Theile kahl. Hülle meist fehlend; Hüllchen vielblättrig, borstenförmig. Frucht fast 2knotig, breiter als lang, mit braungelben Riefchen und rothbraunen Thälchen. Blth. weiß. In Gräben, Sümpfen.

Sellerie (Apium). Kelchrand verwischt. Blb. gleich, flach, rundlich. Frucht fest, rundlich, breiter als lang, mit 5 feinen etwas geschärften Riefen. Thälchen 1striemig. (V. 2.)

Gemeiner Sellerie (A. graveolens). Kahl. B. gefiedert, die oberen 3zählig. Blättchen keilig, an der Spitze eingeschnitten und gezähnt. Hülle und Hüllchen fehlend. Blth. weiß. An Salzquellen. Ueberall cultivirt.

Petersilie (Petrosilinum; V. 2).

Gemeine Petersilie (P. sativum). St. aufrecht, kantig. B. glänzend; die unteren 3fach-gefiedert, Blättchen eiförmig-keilig, 3spaltig und gezähnt,

die oberen 3zählig, Blättchen lanzettlich, ganz und 3spaltig. Blb. grün=gelblich. Ueberall cultivirt.

Sumpfdöldchen (Helosciadium). Kelchrand geschweift, 5zähnig. Blb. nicht ausgerandet. Frucht fest, rundlich. (V. 2.)

Knotenblüthiges Sumpfdöldchen (H. nodiflorum). B. gefiedert, Blättchen eilanzettförmig, gleichförmig stumpf=gesägt. Dolden der B. gegen=ständig=gestielt. Gräben. Bäche. Westliche Schweiz und Rheinfläche.

Kriechendes Sumpfdöldchen (H. repens). B. gefiedert. Blättchen rundlich=eiförmig, ungleich=gezähnt=gesägt oder gelappt. Dolden den B. gegen=ständig, kürzer als der Blthst. St. niedergestreckt. Sumpfige Stellen. Blth. weiß.

Schwimmendes Sumpfdöldchen (H. inundatum). St. kriechend. Aufgetauchte B. gefiedert, Blättchen keilförmig, an der Spitze 3spaltig, unter=getauchte B. wie haardünne Blättchen vielfach gespalten. Dolden den B. gegen=ständig, 2strahlig. Sümpfe, Gräben.

Sichelkraut (Falcaria; V. 2).

Acker=Sichelkraut (F. Rivinii). Stb. 3zählig, das mittlere Blättchen 3spaltig, die seitenständigen 2—3spaltigen Blättchen lineal=lanzettlich, meist sichelförmig gekrümmt, gedrängt, stachelspitzig=gesägt. Wb. einfach und 3zählig. Blth. weiß. Unter der Saat, gemein.

Geißfuß (Aegopodium; V. 2).

Gemeiner Geißfuß (A. podagrarium). St. tief=gefurcht. Wb. dop=pelt=3zählig, obere Stb. einfach=3zählig. Blättchen eiförmig bis eilanzettlich=sägig. Blth. weiß. Hecken, Grasplätze.

Kümmel (Carum; V. 2).

Gemeiner Kümmel (C. carvi). Wurzel spindelig. St. vom Grunde an ästig, kantig, riefig. B. im Umrisse länglich, doppelt=gefiedert. Blättchen fiederspaltig=vielspaltig, die untersten Paare an dem gemeinschaftlichen Blattstiele kreuzweise gestellt, beide Hüllen fehlend. Blth. weiß. Wiesen, Triften.

Bibernell (Pimpinella). Frucht eiförmig, von der Seite beträchtlich zu=sammengedrückt und an der Nath eingezogen. Thälchen und Verbindungsstriefen rechtstriemlich. Narben kopfig. Fruchthalter 2. B. fiederig. (V. 2.)

Große Bibernell (P. magna). B. gefiedert. Blättchen spitz, gezähnt, ungetheilt oder lappig oder geschlitzt. St. beblättert, kantig, gefurcht. Gr. länger als der Fruchtknoten. Früchtchen eiförmig, kahl, ohne Hülle und Hüllchen. Blth. weiß oder röthlich. Wiesen.

Gemeine Bibernell (P. saxifraga). Aehnlich, aber St. zart=gerillt. Blättchen stumpf. Gr. kürzer als der Fruchtknoten. Frucht breit, eiförmig, fast so breit als lang. Sonnige waldige Plätze.

Anis (P. anisum). Unterste B. herzförmig=rundlich, eingeschnitten=ge=sägt, die mittleren gefiedert. Blättchen keilig, lappig oder gezähnt, die obersten

3spaltig und ungetheilt. Früchte eiförmig, angedrückt, flaumig. Hüllchen 1= bis wenigblätterig. St. zartrillig. Blth. weiß. In Gärten und im Großen cultivirt.

Merk (Sium; V. 2).

Breitblätteriger Merk (S. latifolium). W. faserig, Ausläufer treibend. B. gefiedert. Blättchen lanzettlich, an der Basis ungleich, gleichförmig geschärft, gesägt, die untergetauchten B. doppelt=fiederspaltig oder vielspaltig. Hülle vielblätterig. Blth. weiß. Stehende und langsam fließende Wasser.

Hasenohr (Bupleurum). Blb. gleich, mit abgestutzter Spitze, einwärts gerollt. Stempelpolster flach. Frucht fest, von der Seite zusammengedrückt. Riefen gleich, geflügelt. Fruchthalter 2spaltig. 12 deutsche gelbblühende Arten. (V. 2.)

Rundblätteriges Hasenohr (B. rotundifolium). St. oberwärts ästig. B. eiförmig, durchwachsen, d. h. mit ungespaltetem Grunde den St. rings umgebend. Hüllchen eiförmig=zugespitzt, fast doppelt so lang als das Döldchen. Riefen fädlich. Thälchen gerillt. Unter der Saat; häufig.

Feines Hasenohr (B. tenuissimum). Früchte körnig, rauh. B. und Hüllblättchen lineal=lanzettlich, zugespitzt. St. ästig. Salzhaltige Wiesen.

Langblätteriges Hasenohr (B. longifolium). St. einfach, oberwärts etwas ästig. B. eiförmig oder eiförmig=länglich, die unteren in den Blattstiel verschmälert, die oberen sitzend, mit tief herzförmiger Basis, stengelumfassend. Hüllchen elliptisch, kurz zugespitzt, so lang als die Döldchen. Riefen fädlich, geschärft. Thälchen 3striemig. Steinige und waldige Hügel.

Sichelblätteriges Hasenohr (B. falcatum). St. ästig, 5—7nervig, die unteren elliptisch oder länglich in den Blattstiel verschmälert, die oberen lanzettlich, an beiden Enden spitz, sitzend. Hüllchen lanzettlich, haarspitzig. Blthst. ungefähr von der Länge der Frucht. Riefen schmal=geflügelt. Sonnige Stellen.

Rebendolde (Oenanthe). K. 5zähnig. Blb. herzförmig. Gr. lang hervorgestreckt. Frucht fast eilänglich oder kreiselförmig. St. rundlich. Riefen breit. Fruchthalter scheinbar fehlend. Blth. weiß. (V. 2.)

Röhrige Rebendolde (O. fistulosa). Wurzel büschelig. Fasern rübenförmig, länglich oder fädlich. St. Ausläufer treibend, röhrig, gabelästig. Wb. 2—3fach=gefiedert. Stb. gefiedert, kürzer als der röhrige Blattstiel. Blättchen lineal, einfach und 3spaltig. Hauptdolde 2—3=, die übrigen 3—7strahlig. Sumpfige Plätze.

Wasserfenchel (O. phellandrium, Phellandrium aquaticum). Wurzel spindelig. St. sehr ästig, hohl. Bl. 2—3fach=gefiedert. Blättchen spreizend, fiederspaltig=eingeschnitten. Frucht eiförmig, länglich, mit sehr kurzen Gr. Wassergräben und Sümpfe.

Gleiße (Aethusa; V. 2).

Garten=Gleiße oder Hundspetersilie (A. cynapium). St. 1—4 F.

hoch, stielrund, flachrillig, kahl, oberwärts ästig. B. oberseits dunkel-, unterseits hellgrün, 2—3fach fiederig. Blättchen fiederspaltig, mit eingeschnittenen Fetzen. Dolden vielstrahlig, flach. Hüllchen 3blätterig, länger als die Döldchen. Hüllen fehlend. Blth. weiß. Auf cultivirtem Boden, Schutt ꝛc.

Fenchel (Foeniculum; V. 2).

Gemeiner Fenchel (F. officinale). St. an der Basis stielrund. Zipfel der B. lineal-pfriemlich-verlängert. Dolden 13—20strahlig. Hülle fehlend. Südeuropa. In Gärten cultivirt.

Silau (Silaus; V. 2).

Wiesen-Silau (S. pratensis). St. gestreift. Wb. 2—3, gefiedert. Blättchen tief-fiederspaltig, mit linealen, stachelspitzigen Zipfeln. Hülle 1—2-blätterig. Hüllchen vielblätterig. Auf Wiesen; häufig.

Engelwurz (Angelica; V. 2).

Wilde Engelwurz (A. sylvestris). B. 3fach-gefiedert. Blättchen ei- oder lanzettförmig, geschärft-gesägt, nicht herablaufend, das endständige ganz oder 3spaltig, die seitenständigen fast sitzend, an der Basis ungleich und mitunter 2spaltig. Blth. weiß. Wiesen, feuchte Wälder.

Echte Engelwurz (Angelica; V. 2).

Gebräuchliche Engelwurz (A. officinalis). Wurzel ästig. St. kahl, gefurcht. B. doppelt-gefiedert. Blättchen ei- oder fast herzförmig, ungleich-gesägt. Dolden mehlig-flaumig. Hüllchen vielblätterig, kahl. Blth. grünlich. Früchte strohgelb. An feuchten Stellen der Alpengegend. In Gärten cultivirt.

Bärwurz (Meum; V. 2).

Haarblätterige Bärwurz (M. athamanticum). B. doppelt-gefiedert. Blättchen fiedertheilig-vielspaltig. Zipfel fast quirlich, haardünn, spitz. Dolden gewölbt, vielstrahlig. Hülle fehlend oder aus 3—8 Blättchen bestehend. Hüllchen 3—8blätterig. Blth. weiß oder schmutzig-weiß. Auf trocknen Wiesen.

Liebstock (Levisticum; V. 2).

Gebräuchlicher Liebstock (L. officinale, Ligusticum levisticum). Wurzel spindelig. St. zart-rillig, kahl. B. 4—6paarig-gefiedert. Blättchen 3spaltig-gezähnt, die oberen Blätter einfach-fiederig. Blattstiel der unteren B. lang, stielrund, röhrig. Dolden klein, 6—12strahlig. Hüllen reichblätterig. Blth. schmutzig-gelb. Südeuropa. Cultivirt.

Dill (Anethum; V. 2).

Gemeiner Dill (A. graveolens). B. 3fach-gefiedert und vieltheilig. Blattzipfel sehr fein, lineal-borstenförmig. Blth. gelb. Südeuropa. In Gärten cultivirt.

Pastinak (Pastinaca; V. 2.)

Gemeine Pastinak (P. sativa). St. kantig, gefurcht. B. gefiedert, oberseits glänzend, unterseits flaumig. Blättchen eiförmig-länglich oder länglich-

stumpf, gekerbt-gesägt; Sägezähne stachelspitzig. Hüllen fehlend. Früchte oval. Thälchen 2striemig. Blth. gelb. Auf Wiesen.

Bärenklau oder Heilkraut (Heracleum).

Gemeine Bärenklau (H. sphondylium). B. rauhhaarig, gefiedert oder tief-fiederspaltig. Blättchen handförmig, 3—5lappig. Dolden strahlend, d. h. die äußeren Blth. größer. Wiesen; gemein.

Hirschwurz (Laserpitium; V. 2).

Breitblätterige Hirschwurz (L. latifolium). St. rund. B. 3zählig, doppelt-gefiedert. Blättchen lederig, eiförmig, ungetheilt, knorpelig-gesägt, am Grunde herzförmig. Blth. weiß oder röthlich. Gebirgswälder.

Mohrrübe (Daucus; V. 2).

Gemeine Mohrrübe (D. carota). St. steifhaarig. B. 2—3fach gefiedert. Blättchen fiederspaltig. Zipfel lanzettlich, haarspitzig. Hüllblättchen 3spaltig und fiederspaltig, oft fast eben so lang als die Dolde. Blth. weiß, schwach röthlich. Auf Wiesen, gemein. Ueberall angebaut.

Rinnenfugige oder Krummsamige. Früchtchen am Rande eingerollt oder an der inneren Seite von einer Längsfurche durchzogen.

Haftdolde (Caucalis).

Mohrrübenblätterige Haftdolde (C. daucoides). St. oben ästig. B. 2—3fach-gefiedert. Blättchen fiederspaltig. Zipfel lineal, spitz. Hülle fehlend oder 1blätterig. Stachel der Nebenriefen einreihig, kahl, an der Spitze hakig. Blth. weiß. Unter der Saat häufig.

Klettenkerbel (Anthriscus).

Großer Klettenkerbel (A. sylvestris). St. unterwärts rauhhaarig, oberwärts kahl. B. kahl oder unterseits auf den Hauptnerven borstig-haarig, doppelt-gefiedert. Blättchen fiederspaltig, die unteren Zipfel eingeschnitten. Früchte länglich, glatt oder zerstreut-knotig, 4—5mal länger als der gefurchte Schnabel. Gr. länger als das Stempelpolster. Blth. grünlich-weiß. Wiesen und Wege. Ueberall, gemein; (Chaerophyllum sylvestre).

Gemeiner oder Wilder Kerbel (A. vulgaris). St. kahl. B. 3fach-gefiedert, kahl, unterseits auf den Nerven zerstreut-haarig. Blättchen fiederspaltig. Früchte eiförmig, stachelig, fast 3mal länger als der gefurchte Schnabel. Hüllchen 2—3blätterig. Gr. sehr kurz. Blth. weiß. An Wegen.

Garten-Kerbel (A. cerefolium). St. oberhalb der Gelenke flaumig. B. wie vorher. Schnabel halb so lang als die Frucht. Gr. länger als das Stempelpolster. Blth. weiß. Hecken.

Nadelkerbel (Scandix splendens veneris). St. ästig. B. 2—3fach-gefiedert. Blättchen 4theilig, mit linealen Zipfeln. Fruchtschnabel 2reihig, steifhaarig. Blth. weiß. Unter der Saat; häufig.

Kälberkropf (Chaerophyllum). Kelchrand verwischt. Blb. ziemlich gleich, mehr oder weniger ausgerandet oder verkehrt-herzförmig, mit einwärts gekrümm-

ten Läppchen, 3fach=gefiederte B. und zipfelständige Dolden. Frucht lineal, länglich, mit 5 stumpfen, ziemlich verflachten Riefen. Thälchen einstriemig.

Knolliger Kälberkropf (Ch. bulbosum). St. unten steifhaarig, unter den Gelenken aufgeblasen, oberwärts kahl. B. mehrfach gefiedert. Blättchen tief=fiederspaltig, mit lineal=lanzettlichen spitzen Zipfeln. Blättchen der Hüllchen lanzettlich, haarspitzig, kahl. Gr. zurückgebogen, etwa so lang wie das Stempelpolster. Blth. weiß. Hecken und Wege.

Betäubender Kälberkropf (Ch. temulum). St. unter den Gelenken aufgeblasen, unten steifhaarig, oben kurzhaarig. B. doppelt=gefiedert. Blättchen eiförmig=länglich, lappig=fiederspaltig. Lappen stumpf, kurz, stachelspitzig, etwas gekerbt. Blättchen der Hüllchen eilanzettförmig, haarspitzig=gewimpert. Blb. kahl, weiß. Gr. zurückgekrümmt, so lang wie das Stempelpolster. Hecken.

Gelbfrüchtiger Kälberkropf (Ch. aureum). St. etwas angeschwollen, unten rauhhaarig, zuweilen kahl, auch roth gefleckt. B. 3fach=gefiedert. Blättchen aus eiförmiger Basis lanzettlich=zugespitzt=eingeschnitten und gesägt. Hüllblättchen gewimpert. Gr. länger als das Stempelpolster. Blth. weißlich. An Waldrändern.

Rauhhaariger Kälberkropf (Ch. hirsutum). St. fast gleichdick. B. doppelt=3zählig. Hülle und Blb. gewimpert. Gr. mehrere Male länger als das Stempelpolster. Blth. weißlich oder roth. Gebirgsbäche und Sümpfe.

Schierling (Conium; V. 2).

Gefleckter Schierling (C. maculatum). St. röhrig, kahl, meist blutroth gefleckt; untere B. 3fach=gefiedert. Blättchen tief=fiederspaltig, Zipfel eingeschnitten=gesägt. Hüllblätter häufig berandet, herabhängend. Riefen des Samen kerbig=wellenförmig. Blth. weiß, sehr giftig. Gärten, Hecken und Wege.

Zweite Familie. **Epheuartige** (Hederaceae). Blb. am Grunde breiter, in der Knospe klappig. Steinfrucht oder Beere 2—5samig. B. einfach, ganzrandig.

Epheu (Hedera; V. 1).

Gemeiner Epheu (H. helix) Immergrün. Strauch hoch kletternd. B. lederig, winkelig=5lappig, die obersten ganz eirundlich. Dolden aufrecht. Bl. grünlich=weiß. Beeren schwarz.

Kornelkirsche (Hornstrauch, Cornus; IV. 1).

Gelbblühende Kornelkirsche (C. mascula). Baumartiger Strauch. B. eirund=elliptisch, ganzrandig. Dolden etwa von der vielblätterigen Hülle, vor der Entwickelung der B. erscheinend. Aeste kahl. Blth. gelb. Steinfrucht scharlachroth.

Rothe Kornelkirsche (C. sanguinea). B. eiförmig. Aeste aufrecht. Trugdolden flach. Hülle fehlend. Haare der Aeste angedrückt. Blth. weiß. Früchte rundlich, roth. Waldige Stellen.

Zwei und zwanzigste Ordnung. **Misteln** (Lorantheae).

Stbgf. an Blb. gleich. Fruchtknoten unterständig, einfächerig.

Erste Familie. **Misteln** (Loranthaceae). Wiederholt gabelästige, immergrüne, auf Bäumen lebende Schmarotzergewächse mit lederigen, gegenständigen, einfachen und ganzrandigen B.

Misteln (Viscum; XXII. 4).

Weiße Mistel (V. album). 1- und 2häusig. St. gabelästig. Aeste stielrund. B. lanzettlich, stumpf, lederig, entgegengesetzt. Blth. ungestielt, gelblich. Beeren weiß, auf Laub- und Nadelhölzern schmarotzend.

Einblumenblätterige Dikotyledonen (D. monopetala). Blth. vollständig. Blb. zu einer einblätterigen Blkr. verwachsen.

Drei und zwanzigste Ordnung. **Ligustern** (Ligustrinae).

Sträuche und Bäume. Blth. regelmäßig. Stbgf. 2. Fruchtknoten frei.

Erste Familie. **Jasmine** (Jasmineae). Blkr. in der Knospenlage dachig. S. in der Frucht aufrecht.

Jasmin (Jasminum; II. 1).

Gemeiner Jasmin (J. officinale). B. gegenständig, unpaarrig-fiederspaltig. Blättchen eilanzettlich-zugespitzt. Blth. endständig. Dolden traubig, weiß, wohlriechend. Kelch 5spaltig. Gartenzierpflanze.

Zweite Familie. **Fliedern** oder **Oelbaumgewächse** (Oleïneae). Blkr. in der Knospe lappig. S. in der Frucht hängend. Bl. gegenständig.

Hartriegel oder **Rheinweide** (Ligustrum; II. 1).

Gemeiner Hartriegel (L. vulgare). Strauch mit abstehenden Aesten. B. länglich-lanzettlich, ganzrandig, lederig, kreuzständig. Blth. in gedrungenen Endsträußen. Beere schwarz. Hecken; häufig.

Syringe (Syringa; II. 1).

Gemeine Syringe (S. vulgaris). Baumartiger Strauch. B. gestielt, eirund-herzförmig, ganzrandig, beiderseits lebhaft grün. Blth. stark und angenehm riechend. In meist gepaarten gipfelständigen Sträußen, weiß oder lilla. Persien. Zierstrauch.

Esche (Fraxinus). Blth. zwitterig oder nur männlich oder weiblich, nackt. Stbgf. 2. Gr. dicklich. Frucht eiländlich, oben blätterig, geflügelt (II. 1).

Gemeine Esche (F. excelsior). 60—100 Fuß hoch. B. 3—6paarig. Blättchen länglich-lanzettlich, fast sitzend, gesägt. Blth. nackt mit rothem Stbt.; variirt mit hängenden, dottergelben und gekrümmten B. Hauptsächlich an feuchten Stellen.

Blüthenesche (Ornus). K. sehr klein, 4spaltig. Blkr. 4blätterig. Stbgf. haardünn. Stb. herzförmig (II. 1).

Europäische Blüthenesche (O. europaea). Stamm 20—30 Fuß. B. meist 3paarig. Blättchen gestielt, gesägt, länglich-lanzettlich. Blth. weiß oder röthlich. Südeuropa.

Vier und zwanzigste Ordnung. **Krappe** (Rubiacinae).

K. mit dem Fruchtknoten verwachsen. Stbgf. zwischen die Blumenkronenzipfel gestellt, mit freien Stbt., 4—5 oder 10. Blkr. meist regelmäßig gespalten, kelchständig. Fruchtknoten 2—10fächerig. Beeren-, Kapsel- oder Steinfrucht. B. gegen- oder quirlständig.

Erste Familie. **Sternblätterige** (Stellatae). Zipfel der Bl. in der Knospenlage dachig. Stbgf. frei, zwischen den Zipfeln der Bl. Fruchtknoten 2fächerig. Fächer mit einem Eichen. Früchtchen 2, trocken oder beerenartig. B. meist quirlständig.

Gemeiner Waldmeister (Asperula odorata). B. lanzettlich, kahl, am Rande und Kiele rauh; die unteren 6ständig, die oberen 8ständig. Strauß gestielt. Früchte steifhaarig, borstenartig. Blth. in wiederholt 3theiligen Doldentrauben, weiß. Schattige Wälder.

Ackersherardie (Sherardia arvensis; IV. 1). St. ästig, untere B. rundlich-eiförmig, obere lanzettlich. Blth. röthlich-braun. Aecker; häufig.

Labkraut (Galium). Kelchrand verwischt. Blkr. radförmig, in einen Stern ausgebreitet. Stbgf. 4. Frucht kugelig, 2köpfig, 2fächerig (IV. 1). 25 deutsche Arten, meist mit quirlständigen B. und 4kantigem St.

Kreuzblätteriges Labkraut (G. cruciata). B. 4ständig, elliptisch, länglich. Blthst. seitenständig, steifhaarig oder kahl. St. rauhhaarig, aufrecht. Blth. blattwinkelständig, gelb. Waldwiesen, Zäune.

Morast-Labkraut (G. uliginosum). B. meist 6, lineal-lanzettlich, stachelspitzig. St. schlaff, 4eckig. Blthst. blattwinkelständig. Früchte feinkörnig, weiß. Nasse Wiesen.

Sumpf-Labkraut (G. palustre). B. meistens zu 4, lineal-länglich, ohne Stachelspitzen, stumpf. St. schlaff, ausgebreitet, 4eckig, rückwärts rauh. Früchte glatt. Blth. weiß. Gräben, Ufer.

Gelbes Labkraut (G. verum). B. lineal-stachelspitzig, unterseits weichhaarig. St. aufrecht, steif, flaumig, rauh. Rispenäste abstehend, dichtblüthig. Blth. dottergelb. Wiesen, Triften.

Wald-Labkraut (G. sylvaticum). B. länglich-lanzettlich, stumpf, stachelspitzig, am Rande rauh; die stengelständigen zu 8. St. aufrecht, stielrund, 4rippig, kahl oder kurzhaarig. Früchte kahl. Blth. weiß. Wälder.

Weiches Labkraut (G. mollugo). B. lanzettlich oder verkehrt-eiförmig-lanzettlich, stachelspitzig, unterseits glanzlos, die stengelständigen meist zu 8. St. gestreckt oder aufrecht, 4eckig, kahl oder kurzhaarig. Rispe sehr ästig, mit

aufrechten, bei der Fruchtreife wagerechten Blthst. Früchte kahl, etwas runzelig. Blth. weiß oder gelblichweiß. Wiesen, Wälder.

Zweite Familie. **Holdern** (Viburneae). Sträuche und Bäume mit gegenständigen, meist eingeschnittenen, gelappten oder sägigen, am Grunde des Blattstiels mit Nebenblatt-ähnlichen Fiederansätzen versehen. Gr. fehlend. Narben 3, sitzend. Frucht eine Beere.

Schneeball oder **Schlingbaum** (Viburnum). Kelchrand 5zähnig, klein. Blkr. glockig. Beere einsamig. B. ganz oder rippig-gelappt (V. 3).

Wolliger Schneeball (V. lantana). B. eiförmig, gezähnelt-gesägt, am Grunde herzförmig, unterseits runzelig, aderig, mit flaumigen Haarchen besetzt. Ebenstrauß endständig gestielt.

Gemeiner Schneeball (V. opulus). B. 3- oder 5lappig. Lappen zugespitzt-gezähnt. Blthst. drüsig, kahl. Blth. der Trugdolden größer, unfruchtbar, geschlechtslos, weiß. Feuchte Hecken, Ufer. Die Spielart in Gärten hat nur geschlechtslose Blth. und deshalb kugelförmige Trugdolden. Beeren roth.

Hollunder oder **Flieder** (Sambucus). K. den Fruchtknoten nicht ganz bis an die Spitze überziehend. Blkr. radförmig, hohl. Beere dreisamig. B. fiederspaltig (V. 3).

Gemeiner Hollunder (S. nigra). Baumartig. Mark der Aeste weiß. N.-B. walzenförmig oder fehlend. Hauptäste der Trugdolde 5zählig. Blth. weiß. Beere schwarz. Wälder, Mauern rc.

Zwerg-Hollunder (S. ebulus). St. krautig, klein, warzig. N.-B. blattig. Trugdolde mit 3 Hauptästen. Blth. röthlich-weiß, stark riechend. Waldränder, Hecken.

Trauben-Hollunder (S. racemosa). St. strauchig. Blth. in eiförmigen Sträußen weiß bis gelblichgrün. Beeren roth, Wälder.

Bisamkraut (Adoxa; VIII. 4).

Gemeines Bisamkraut (A. moschatellina). B. 3zählig-gefiedert. Blth. in einem Endköpfchen, grünlich. St. 3—5 Zoll. B. und Blth. nach Moschus riechend. Feuchte Büsche.

Dritte Familie. **Geißblattgewächse** (Caprifoliaceae). Sträucher und Halbsträucher mit gegenständigen, ganzrandigen, ungetheilten B. ohne Nebenblätter. Zipfel der B. in der Knospenlage dachig. Stbgf. frei. Fruchtknoten 2—5fächerig. Frucht beerenartig.

Heckenkirsche (Lonicera). Blkr. röhrig, trichterig, mit ungleich 5spaltigem, fast 2lappigem Saum. Frucht eine 2—3fächerige Beere (V. 1).

Gemeines Geißblatt (L. periclymenum). Blth. kopfig. Köpfchen gestielt. B. eiförmig, stumpf, alle getrennt. Stamm windend. Blth. gelblichweiß. Hecken und Gebüsch.

Zahmes Geißblatt oder Je länger je lieber (L. caprifolium). Aehnlich, aber die oberen B. sind zu einem runden Blatte verwachsen, vom St. durchwachsen. Gipfelständiges Blüthenköpfchen sitzend. Aeste sich schlingend. Blth. weiß oder roth, wohlriechend. Süddeutschland. In Gärten häufig zu Lauben benutzt.

Gemeine Heckenkirsche (L. xylosteum). B. oval, flaumig, getrennt. Blthst. 2blüthig, zottig, ungefähr so lang wie die Blth. Fruchtknoten an der Basis zusammengewachsen. Blth. blaßgelb. Beeren roth. — Hierher gehört auch die südeuropäische Krappflanze oder Färberröthe (Rubia tinctorum), daher der Name der Ordnung.

Fünf und zwanzigste Ordnung. **Drehblüthige Gewächse** oder **Drehblüther** (Contortae).

Blkr. regelmäßig, unterweibig. Korollenzipfel in der Knospenlage gedreht, selten klappig. Stbgf. mit den Blb. wechselständig, meist 4—5. Fruchtknoten 2theilig.

Erste Familie. **Enziane** (Gentianeae). Bittere Gewächse ohne Milchsaft. Blkr. in der Knospenlage gedreht, welkend. Narben meist zu 2. B. gegenständig, ohne N.-B. Frucht 1—2fächerig.

Enzian (Gentiana). K. 4—7zählig. Blkr. mit glockiger oder walziger Röhre und 4—7spaltigem Saume. Stbgf. frei oder walzig, zusammengewachsen. Narben 2, länglich oder schüsselig. Kapsel länglich-einfächerig (V. 2).

Gelber Enzian (G. lutea). Blth. quirlig, die unteren gestielt. Blb. am Schlunde nackt, radförmig, 5theilig. Zipfel lanzettlich, verschmälert, spitz, 3mal so lang als die Röhre. Stb. frei. K. scheidenförmig. B. elliptisch, nervig. Blth. gelb. Triften der Alpen.

Kreuz-Enzian (G. cruciata). Blkr. im Schlunde nackt, röhrig, glockig, 4spaltig. Röhre fast keilig. B. lanzettlich, an der Basis scheidig. K. 4zähnig. Blth. quirlig, blau. Röhre weißlich. Höhere Bergtriften.

Deutscher Enzian (G. germanica). Bl. 5spaltig, im Schlunde bärtig. K. 5zähnig. Zähne lineal-lanzettlich, fast gleich. B. sitzend, eiförmig, aus breiter Basis verschmälert, spitz. Wb. verkehrt-eiförmig, gestielt. Bl. violett. Wiesen, waldige Plätze.

Bitterer Enzian (G. amarella). Bl. 5spaltig, im Schlunde bärtig. K. 5zähnig. Zähne lineal-lanzettlich, flach. Kapsel langgestielt. Stb. halb so breit wie vorher. Blth. nur halb so groß, violett. Feuchte Wiesen.

Feld-Enzian (G. campestris). Blkr. 4spaltig, im Schlunde bärtig. Kelchzähne ungleich, die zwei äußeren breit, elliptisch. B. eilanzettlich, spitz. Wb. verkehrt-eiförmig, gestielt, violett. Sonnige Berge.

Gefranseter Enzian (G. ciliata). Zipfel der Blkr. gefranset. Schlund nackt. Blth. gipfelständig. B. lineal-lanzettlich, blau. Grasplätze in Gebirgsgegenden.

Tausendgüldenkraut (Erythraea; V. 1).

Gemeines Tausendgüldenkraut (E. centaureum; Gentiana centaurea). St. einfach, 4kantig. B. oval-länglich. Blth. in endständigen, immer gleichhohen, gebüschelten Ebensträußen oder Doldentrauben. Blth. fleischroth. Triften und feuchte Waldstellen.

Bitterklee (Menyanthes; V. 1. M. trifoliata). B. 3zählig, langgestielt. Bl. traubig, am Ende der blattlosen als Schafte aufstrebenden Aeste, hellrosenroth mit weißem Barte. Torf- und Moorwiesen.

Zweite Familie. **Seidenpflanzengewächse** (Asclepiadeae). Blkr. in der Knospe dachig. Blüthenstaub in wachsähnliche Massen zusammengeflossen. 2 Balgkapseln.

Hundswürger (Cynanchum; V. 2).

Gemeiner Hundswürger (Vincetoxicum). St. aufrecht. B. herzeiförmig-zugespitzt, ganzrandig, gegenständig. Blth. in blattwinkelständigen Dolden, weiß. Gebüsch. (Asclepias vincetoxicum.)

Dritte Familie. **Hundswürger** (Apocyneae). Blkr. regelmäßig in der Knospenlage schief gedreht, abfällig, 5spaltig. Stbgf. 5, frei. Stb. mit 2 Längsrissen aufspringend. Blüthenstaub körnig.

Immergrün oder **Sinngrün** (Vinca; V. 1).

Kleines Sinngrün (V. minor). St. kriechend. B. lanzettlich-elliptisch, die oberen an beiden Enden spitz, lederig, immer grün. Blth. einzeln, hellblau, selten weiß. Haine. Schattige Zäune. Hierher gehört auch der als Zierstrauch beliebte gemeine Oleander (Nerium oleander).

Sechs und zwanzigste Ordnung. Röhrenblüthler (Tubiflorae).

Blkr. regelmäßig, unterweibig, 5lappig, röhrig. Stbgf. 5. B. wechselständig. Fruchtknoten mehrfächerig.

Erste Familie. **Scharfblätterige** (Boragineae). Fruchtknoten 4, eineiig. Stbgf. 5. Blkr. regelmäßig oder ungleich. Keim umgekehrt.

Hundszunge (Cynoglossum; V. 1).

Gebräuchliche Hundszunge (C. officinale). St. aufrecht. Wb. elliptisch. Stb. aus herzförmiger Basis lanzettlich, sämmtlich von weißem Filze graulich. Trauben dicht, roth, violett. Frucht Nüßchen. Schutt; häufig.

Boretsch (Borago; V. 1).

Gemeiner Boretsch (B. officinalis). Untere B. elliptisch, stumpf, nach der Basis verschmälert. Blth. nickend, in zweireihigen beblätterten Trauben;

blau. Ganze Pflanze steifborstig. Südeuropa. Ueberall in Gärten verwildert.

Ochsenzunge (Anchusa; V. 1).

Gemeine Ochsenzunge (A. officinalis). B. lanzettlich, steifhaarig. Deckbl. eilanzettförmig. K. 5spaltig. Haare der Rispenäste und des K. etwas abstehend. Blth. blau oder violett. Wege, Schutt; häufig.

Krummhals (Lycopsis; V. 1).

Acker-Krummhals (L. arvensis). Borstig. St. aufrecht, ästig. B. lanzettlich, ausgeschweift-gezähnt, die unteren in den Blattstiel verschmälert, die oberen halb-stengelumfassend. Trauben beblättert. Röhre der Bl. in der Mitte gekrümmt. Blth. blau. Brachäcker.

Schwarzwurz (Symphytum; V. 1).

Gemeine Schwarzwurz (S. officinale). Wurzel spindelförmig. St. ästig, steifhaarig. B. herablaufend. Wb. eilanzettlich, obere Stb. lanzettlich. Blth. in einseitig-zurückgebogenen Trauben. Stb. noch einmal so lang als der Stf. Blth. weiß-gelblich. Nasse Wiesen, Flußufer.

Natterkopf (Echium; V. 1).

Gemeiner Natterkopf (E. vulgare). Borstig, steifhaarig. St. krautig. Bl. lanzettlich. Aehren ungetheilt. Röhre der Bl. kürzer als der K. Gr. an der Spitze 2spaltig. Stbgf. ungleich, lang, roth. Blth. blau. Brachfelder; gemein.

Lungenkraut (Pulmonaria).

Gemeines Lungenkraut (P. officinalis). Borstig. Stb. eiförmig. Wb. herz-eiförmig, mit schmal geflügeltem Stiele. Blth. roth, zuletzt violett. Wälder, Gebüsch.

Steinsame (Lithospermum). K. 5theilig, bleibend. Blkr. trichterig. Früchte zu 4, frei auf dem Stempelpolster sitzend (V. 1).

Acker-Steinsame (L. arvense). St. krautig, oben ästig. B. lanzettlich. Früchte runzelig, rauh. Blth. weiß oder bläulich.

Gebräuchlicher Steinsame (L. officinale). St. krautig, sehr ästig. B. lanzettlich, spitz, aderig, sehr rauh. Früchte weiß und glänzend. Blth. grünlich-weiß. Gebüsch; häufig.

Purpurblauer Steinsame (L. purpureo-coeruleum). St. einfach, krautig, nicht blühend, niederliegend. B. lanzettlich, spitz. Blth. roth, dann himmelblau. Früchte glatt. Gebirgswälder.

Mauseohr, Vergißmeinnicht (Myosotis; V. 1). 8 deutsche Arten mit blauen Blüthen.

Sumpf-Vergißmeinnicht (M. palustris). K. 5zähnig, angedrückt behaart. Gr. so lang wie der K. Stb. länglich-lanzettlich, ziemlich spitz. St. unten kantig. Blth. himmelblau. Feuchte Stellen.

Wald-Vergißmeinnicht (M. sylvatica). K. tief-5spaltig, abstehend, behaart. Haare der Basis spreizend, hakig. Saum der Blkr. flach. Blthst. nach dem Verblühen wieder so lang wie der K. Blth. azurblau.

Acker-Vergißmeinnicht (M. intermedia). K. tief-5spaltig, nach dem Verblühen geschlossen, abstehend, behaart. Die Haare spreizend, hakig. Blüthenstielchen nach dem Verblühen abstehend, noch einmal so lang wie der K. Aecker.

Steifstengeliges Vergißmeinnicht (M. stricta). K.. tief-5spaltig, nach dem Verblühen geschlossen, behaart. Haare der Basis spreizend, hakig. Traube an der Basis beblättert. Fruchtstiel kürzer als der K. B. oval, länglich, unterseits hakig, behaart. Blth. klein, blau. Aecker, Hügel; gemein.

Buntblumiges Vergißmeinnicht (M. versicolor). K. tief-5spaltig, nach dem Verblühen geschlossen, behaart. Haare der Basis spreizend, hakig. Traube gestielt. Blthst. kürzer als der K. Stb. lineal-lanzettlich. Blth. erst gelb, dann bläulich, endlich violett. Aecker.

Das in Gärten, auf Wiesen und Aeckern vorkommende steifhaarige Vergißmeinnicht (M. hispida) hat einen hakig-borstigen Kelch, und unterscheidet sich von M. intermedia und stricta namentlich durch den dünnen schlaffen Stiel, von M. versicolor durch eine stets eingeschlossene Blumenkronenröhre.

In diese Familie gehört ferner der beliebte Heliotrop oder die Peruanische Sonnenwende (Heliotropium peruvianum).

Zweite Familie. **Tollkräuter** oder **Nachtschattengewächse** (Solaneae). Frucht (Kapsel oder Beere) 2fächerig, mit vielsamigem Samenträger. Keim bogig-gekrümmt. K. 4—6theilig. Blkr. unterweibig. Stbgf. meistens 5.

A. Frucht eine Kapsel.

Bilsenkraut (Hyoscyamus; V. 1).

Schwarzes Bilsenkraut (H. niger). Klebrig-zottig. B. eiförmig-länglich-fiederspaltig-buchtig. Wb. gestielt. N.-B. halb stengelumfassend. Blth. fast sitzend, matt gelb, schwarzaderig. Schlund schwarz-purpurn. Auf Schutt, an Wegen.

Weißes Bilsenkraut (H. albus). Aehnlich, aber B. sämmtlich gestielt, rundlich, buchtig, mit stumpfen Lappen, die oberen randschweifig-zähnig. Blkr. bleichgelb, ohne Aderung. In südlichen Gebieten.

Stechapfel (Datura; V. 1).

Gemeiner Stechapfel (D. stramonium). B. eiförmig, kahl, ungleich-buchtig-gezähnt. Kapsel aufrecht, dornig. Blth. weiß. Cultivirt. Schutthaufen.

Taback (Nicotiana; V. 1).

Gemeiner Taback (N. tabacum). B. länglich-lanzettlich-zugespitzt, die unteren verschmälert-herabhängend. Schlund der Blkr. aufgeblasen-bauchig. Samen 5theilig. Blth. rosenroth. Cultivirt.

B. Frucht eine Beere.

Nachtschatten (Solanum). Stb. aufrecht, in einem Kegel zusammenschließend (siehe Figur 5), an der Spitze mit 2 Löchern aufspringend. Beere 2- selten 4fächerig.

Figur 5.



Schwarzer Nachtschatten (S. nigrum). St. krautig, aufrecht. B. eiförmig, buchtig-gezähnt, nebst dem St. mit einwärts gekrümmten Haaren besetzt. Blthstielchen herabgebogen. Beere schwarz. Blth. weißlich. Schutt und cultivirter Boden.

Knolliger Nachtschatten (S. tuberosum). Kartoffel. St. krautig. B. gefiedert. Bl. ungleich. Blkr. wirtelig. Bekanntlich überall cultivirt.

Bittersüß (S. dulcamara). St. strauchig, schlängelig. Untere B. herzförmig, obere spießförmig. Ebenstrauß, meist blattgegenständig. Blth. violett. Beeren roth. Hecken, besonders an Flüssen häufig.

Judenkirsche (Physalis; V. 1).

Gemeine Judenkirsche (Ph. Alkekengi). St. ästig. B. herzeiförmig, spitz, buchtig-grobgezähnt, oben zu 2 sitzend. Blth. blattwinkelständig, weiß. Beere scharlachroth, im aufgeblasenen, mennigrothen K. Trockene Hügel.

Tollkirsche (Atropa; V. 1).

Gemeine Tollkirsche (A. belladonna). K. 5spaltig. Blkr. walzig, glockig, mit 5lappigem Saume. St. wiederholt gabeltheilig. B. eiförmig, ungetheilt. Am St. und an den Hauptästen wechselständig, ganzrandig, drüsig-flaumhaarig. Blth. blattwinkelständig, einzeln, bräunlich, dunkler geadert. Narbe kopfig zusammengedrückt. Beere schwarz, Kirschen-ähnlich, mit rosenrothen, sehr giftigem Safte. Auch Wurzel und B. sind giftig. Laubwälder.

Teufelszwirn (Lycium; V. 1).

L. barbarum. Strauch aus der Berberei. B. elliptisch, ganzrandig. Blth. violett. Wegen der langen Aeste zu Lauben benutzt.

Spanischer Pfeffer (Capsicum annuum). Mit zinnoberrothen Beeren. Ist bekanntlich als Topfpflanze beliebt.

Dritte Familie. **Windengewächse** (Convolvulaceae). Bl. regelmäßig, 5lappig. Stbgf. 5. Fruchtknoten auf einer unterweibigen Scheibe. Kapsel 3—4fächerig. Die Ränder der Klappen an Kanten oder Flügel des Mittelsäulchen anliegend, welche die Scheidewände bilden, zuweilen einfächerig. St. meist windend.

Winde (Convolvulus; V. 1). K. 5theilig, bleibend. Blkr. trichterig, glockig. Fruchtknoten eiförmig, mit einem fädlichen Griffel. Kapsel im K. eingeschlossen, fast kugelig.

Zaunwinde (C. sepium). St. windend. B. pfeilförmig, Oehrchen abgeschnitten. K. von herzförmigen Deckblättern eingeschlossen. Blthst. vierkantig, einblüthig, länger als der Blumenstiel. Blth. weiß. Hecken. Zäune.

Ackerwinde (C. arvensis). B. pfeilförmig, mit spitzen Oehrchen. Blthstiel meist vielblüthig. Deckblätter von der Blth. entfernt. Blth. rosenroth oder weiß mit rothen Streifen. An angebauten Orten, Hecken 2c.

Dreifarbige Winde (C. tricolor). St. ästig, klimmend. Gartenzierpflanze.

Sieben und zwanzigste Ordnung. **Lippenblüthler** (Labiatiflorae).

Blkr. unregelmäßig, meist 2lippig, unterweibig. Fruchtknoten im K. frei, 2—4. Stbgf. meist 4, 2mächtig, selten 2 oder 5 ungleiche. Frucht gewöhnlich eine Kapsel oder 4 getrennte Schließfrüchte.

Erste Familie. **Rachenblümler** oder eigentliche **Lippenblüthler** (Labiatae). Stbgf. 4, 2mächtig, 4 einsamige, nicht aufspringende, nackte, getrennte Früchte im Grunde des K. St. 4kantig, Aeste und B. gegenständig. Blth. quirl- oder widerständig. (XIV. 1 mit wenigen Ausnahmen.)

Wolfsfuß (Lycopus). K. röhrig, glockig. Stbgf. 2, Fruchtknoten stumpf, dreikantig.

Gemeiner Wolfsfuß (L. europaeus). B. gestielt, eiförmig-länglich, grob eingeschnitten, gezähnt, an der Basis fiederspaltig. Blth. weiß, oft roth punktirt. An Wassergräben.

Salbei (Salvia). K. 3—5zähnig. Blkr. rachenförmig, Oberlippe helmförmig, Unterlippe 3spaltig. Stbgf. 2. Früchte eiförmig oder länglich. (II. 1.)

Gemeine Salbei (S. officinalis). St. strauchig. Aeste nebst den jüngeren Bl. graufilzig. B. eilanzettförmig, dicht, fein gekerbt, runzelig. Blth.-stand quirlig. Deckblätter hinfällig. Zähne des K. dornig begrannt. Röhre inwendig mit einer Haarleiste, violett. Südeuropa, bei uns in Gärten.

Wiesen-Salbei (S. pratensis). St. oben nebst Deckblätter, K. und Blth. kleberig behaart. B. eiförmig oder länglich, doppelt-gekerbt, ungetheilt oder 3lappig, runzelig, unterseits flaumig. Wb. an der Basis herzförmig, gestielt. St. oben stengelumfassend. Deckbl. eiförmig-zugespitzt. Kelchzähne eiförmig, stachelspitzig. Oberlippe länger als die Unterlippe, blau, roth oder weiß. Trockene Wiesen 2c.

Wald-Salbei (S. sylvestris). Reichblätterig. B. unterseits grauflaumig, unten gestielt, doppelt gekerbt, an der Basis herzförmig, oben kürzer gestielt und sitzend, meist einfach gekerbt, am Grunde ei- oder herzförmig; Quirle bei beiden Arten 6theilig. Deckbl. eiförmig zugespitzt, kürzer als die Blth. Blth. violett oder rosenroth. Lippe des K. wie vorher.

Muskateller Salbei (S. sclarea). St. zottig. B. eiförmig, doppelt gekerbt, fast filzig. Deckbl. breit-eiförmig, rosenroth. Blth. bläulich. Südliches Gebiet, bei uns in Gärten. Hierher gehört auch der südeuropäische gemeine Rosmarin (Rosmarinus officinalis).

Minze (Mentha). K. 5zähnig. Stbgf. 4, von denen 2 länger. Früchte eilänglich (XIV. 1).

Acker-Minze (M. arvensis). Blth. quirlig, Quirle kugelig. K. glockig, Zähne 3eckig, eiförmig, so lang als breit. B. gestielt, eiförmig oder elliptisch, gesägt. Blth. lilla. Aecker, gemein.

Saat-Minze (M. sativa). K. röhrig-trichterförmig. Zähne dreieckig-lanzettlich zugespitzt. Quirle kugelig. B. gestielt, eiförmig oder elliptisch, gesägt. Blth. lilla. An Gewässern.

Wasser-Minze (M. aquatica). Blüthenquirl ein endständiges Köpfchen. Kelchzähne aus dreieckiger Basis pfriemlich zugespitzt. Bl. eiförmig. Blth. lilla. Wassergräben.

Pfeffer-Minze (M. piperita). Blth. in langen walzigen Aehren. Zähne des K. lanzettlich, pfriemlich. B. gestielt, länglich oder eiförmig gesägt. Süddeutschland; cultivirt.

Bei der Abart: „Krause Minze" (M. crispa) sind die Bl. eiförmig, blasig, runzelig, am Rande kraus und eingeschnitten, gezähnt.

Wilde Minze (M. sylvestris). Blthähren lineal, walzig. Fruchtkelch bauchig, oben eingeschnürt. Zähne lineal-pfriemlich. Bl. fast sitzend, ei- oder lanzettförmig, gezähnt, gesägt. Blth. lilla. An feuchten Stellen häufig.

Polei-Minze (M. pulegium). Blth. quirlig, kugelig. K. röhrig, mit einem Ring von Haaren geschlossen. B. gestielt, elliptisch, stumpf, schwach gezähnt. Blth. hellpurpurn. Flußufer.

Dosten (Origanum). Aehren locker. K. röhrig, mit 5 fast gleichen Zähnen und einem Haarkranze am Schlunde (XIV. 1).

Gemeiner Dosten (O. vulgare). B. eiförmig, spitz. Deckblätter der Aehre locker, Aehre am Gipfel der Aeste doldentraubig. Blth. röthlich. Hecken und sonnige Hügel; gemein.

Hierher gehört der südeuropäische Majoran (O. majorana) mit dicht 4zeiligen Aehren.

Andorn (Marrubium; XIV. 1).

Gemeiner Andorn (M. vulgare). St. weiß, filzig, an der Basis ästig, Aeste aufstrebend, einfach. B. eiförmig, in den Blattstiel hinablaufend, ungleich gekerbt, filzig, runzelig, unterseits netzig, grubig. Quirle reichblüthig, fast kugelig. K. 10zähnig, zottig, zurückgerollt. Blth. weiß. Sandfelder.

Ballote (Ballota; XIV. 1).

Schwarze Ballote (B. nigra). B. eiförmig, stumpf-sägig. K. 5zähnig. Zähne eiförmig, begrannt, 1/3 so lang als die Röhre. Blth. blaßroth. An Wegen gemein.

Betonie (Betonia; XIV. 1).

Gemeine Betonie (B. officinalis). St. einfach. B. aus herzförmiger Basis eiförmig-länglich, rauhhaarig oder kahl. K. aderlos. Blth. auswendig

dickflaumig, purpurn. Stbgf. kürzer als die halbe Oberlippe. Wälder und Wiesen, häufig.

Katzenminze (Nepeta; XIV. 1).

Gemeine Katzenminze (N. cataria). B. gestielt, herzförmig, tiefgesägt, gekerbt, unterseits graufilzig, Deckblätter kürzer als der K. Frucht glatt, kahl. Blth. röthlich oder weiß. Schutthaufen und an Wegen; häufig.

Gundelrebe (Glechoma; XIV. 1).

Gemeine Gundelrebe (G. hederacea). St. liegend. B. nierenförmig, gekerbt, die oberen fast herzförmig. Zähne des K. eiförmig-zugespitzt, 3mal kürzer, als die Röhre. Blüthenquirle 6blüthig, blau oder violett. Stbl. paarweise ein schiefes Kreuz bildend. An Wegen und Hecken; gemein.

Günsel (Ajuga). K. trichterig, glockig, 5spaltig. Oberlippe der Blkr. sehr klein, 2 Läppchen darstellend, welche kürzer sind als die Stbgf.; Unterlippe dreispaltig. Blkrröhre mit dem Griffel bleibend. Früchte am Grunde bauchig aufgetrieben (XIV. 1).

Kriechender Günsel (A. reptans). Ausläufer kriechend. Blth. quirlig. B. ausgeschweift oder schwach gekerbt. Blth. blau. Wiesen, Triften.

Figur 6.



Haariger Günsel (A. montana oder genevensis). Zottig, ohne Ausläufer. Blth. quirlig. Untere Deckbl. 3lappig, gezähnt oder ganzrandig, die oberen kürzer, als die Blth. Blth. blau oder rosenroth. Wiesen und Hügel.

Pyramidaler Günsel (A. pyramidalis). Deckbl. ausgeschweift, gekerbt, die oberen doppelt so lang als die Blth. Blth. blau. Wälder; selten.

Acker-Günsel (A. chamaepitys). Blth. einzeln, blattwinkelständig, kürzer als das stützende B., weißlich, mit gelber braunpunktirter Unterlippe; die Röhre der Blth. noch einmal so lang als der K. Stb. 3spaltig, mit linealen Zipfeln. Blth. gelb. Aecker, Brachfelder.

Gamander (Teucrium). Blkr. gleichsam einlippig, Oberlippe scheinbar fehlend. 7 deutsche Arten (XIV. 1).

Salbeiblätteriger Gamander (T. scorodonia). K. 2lippig, obere Lippe eiförmig, ungetheilt, untere 4zähnig. B. herz-eiförmig- oder herzförmig-länglich, gekerbt, gesägt, runzelig, flaumig. Traubenblatt winkelständig. Blth. grünlich-weiß. Stbgf. braunroth. Steinige Waldstellen.

Knoblauchs-Gamander (T. scordium). K. 5zähnig. Quirle 4blüthig, blattwinkelständig. B. sitzend, länglich-lanzettlich, grobgekerbt, gesägt. Blth. purpurn. Sumpfige Wiesen.

Trauben-Gamander (T. botrys). K. 5zähnig. Quirle 2—6blüthig. B. doppelt-fiderspaltig-geschlitzt. Blth. purpurn. Aecker.

Edel-Gamander (T. chamaedrys). K. 5zähnig. Quirle 6blüthig, traubig. B. gestielt, keilig-eiförmig eingeschnitten, gekerbt. St. liegend. Aeste aufstrebend, flaumig. Blth. purpurn. Steinige Stellen.

Berg-Gamander (T. montanum). K. 5zähnig. Quirle in endständigen Scheindolden. B. lineal-lanzettlich, ganzrandig, unterseits oder beiderseits grau. St. halbstrauchig gestreckt. Blth. weiß. An sonnigen, steinigen Stellen.

Hohlzahn (Galeopsis). K. röhrig-glockig. Blkr. mit gerader Röhre ohne Absatz und Haarkranz, mit einem hohlen Zahne an beiderseitigem Grunde des Mittellappens der Unterlippe (XIV. 1).

Gemeiner Hohlzahn (G. tetrahit). St. steifhaarig, unter den Gelenken verdickt. B. länglich-eiförmig, zugespitzt. Röhre der Blth. so lang wie der K. oder kürzer, mit dem Lappen der Unterlippe fast 4eckig, flach, fein gekerbt, stumpf oder seicht ausgerandet. Blth. hellpurpurn oder weiß. Aecker, Schutt; gemein.

Bunter Hohlzahn (G. versicolor). Blkr. doppelt länger als der K., schwefelgelb, violett gefleckt, übrigens wie vorher. Brachäcker.

Acker-Hohlzahn (G. ladanum). St. unter den B. abgesetzt, aber unter den Gelenken nicht verdickt, flaumig. B. lanzettlich oder länglich-lanzettlich, gesägt oder fast ganzrandig, obere Lippe des B. schwach gezähnelt. Blth. purpurn. Unter der Saat.

Großblumiger Hohlzahn (G. grandiflora oder ochroleuca). St. unter dem Knoten nicht angeschwollen, flaumig, filzig. B. gesägt, stengelständig, eiförmig, die ästständigen eilanzettförmig. Obere Lippe der Blth. eingeschnitten-gezähnelt. Blth. gelblich-weiß, immer mit schwefelgelbem Grunde des mittleren Unterlippenlappens. Oberlippe eingeschnitten, zähnig.

Ziest (Stachys). K. trichterig-glockig, mit spitzen Winkeln zwischen den Zähnen. Blkrröhre mit einem Absatze, mit Einschnürung und Haarkranz. Stbgf. parallel unter die Oberlippe gestellt. Fächer der Stbt. vertikal ausgesperrt. Früchte verkehrt-eiförmig. 9 deutsche Arten. (XIV. 1.)

a. Quirle reichblüthig. Blth. purpurn.

Deutscher Ziest (St. germanica). St. aufrecht, von einfachen Haaren dicht-wollig, zottig. B. gestielt, ei-herzförmig, gekerbt, wollig-filzig, die oberen sitzend schmal-lanzettlich. Kelchzähne eiförmig-zugespitzt, stachelspitzig, stechend. Steinige Orte.

b. Quirle 2—6blüthig, purpurn.

Wald-Ziest (St. sylvatica). St. aufrecht, oberwärts ästig und drüsig-behaart. B. gestielt, herzförmig-eirund, kerbig-gesägt, zugespitzt. Blkr. doppelt so lang als der K. Hecken und Wälder.

Sumpf-Ziest (St. palustris). St. einfach, steif- oder kurzhaarig. B. aus herzförmiger Basis lanzettlich, spitz, gekerbt-gesägt, flaumig, obere sitzend, die unteren kurzgestielt. Quirle oft mehr als 6blüthig. Ufer und nasse Stellen; häufig.

Acker-Ziest (St. arvensis). St. steifhaarig, ästig. B. stumpf, eirund, gestielt, die blüthenständigen sitzend. Blkr. kürzer als der K. Aecker; gemein.

c. Quirle 2—6blüthig. Blth. gelb.

Jähriger Ziest (St. annua). Quirle 2—6blüthig. Untere und mittlere B. kahl, gestielt, gekerbt-gesägt, oval-länglich, die oberen lanzettlich, ganzrandig, kurz-stachelspitzig. Aecker; häufig.

Straffstengliger Ziest (St. recta). Quirle gewöhnlich 6- oder mehrblüthig. St. aufrecht und nebst den B. kurzhaarig. B. gestielt, gekerbt-gesägt, länglich-lanzettlich oder länglich-eirund, die oberen eiförmig, ganzrandig, begrannt. Trockene Hügel.

Goldnessel (Galeobdolon; XIV. 1). Galeopsis galeobdolon oder G. luteum). St. $^1/_2$—2'. B. gestielt, herzeiförmig, ungleich gekerbt oder doppelt-sägig. Blth. gelb, der mittlere Lappen der Unterlippe überall, und die seitenständigen an der Basis dottergelb, mit bräunlichen Flecken. Gebüsch, Wälder; häufig.

Bienensaug oder **Taubnessel** (Lamium). K. röhrig-trichterig, tief-5zähnig, ohne Haarkranz im Schlunde. Blkrröhre unterwärts eingeschnürt und daselbst inwendig mit einem Haarkranz versehen, schnell in einen aufgeblasenen Schlund sich erweiternd. Oberlippe gewölbt, Unterlippe gleichsam nur aus dem großen verkehrt-herzförmigen Mittellappen bestehend. Fächer der Stbt. vertikal ausgesperrt, Früchte länglich oder verkehrt-eiförmig. (XIV. 1.)

Weißer Bienensaug (L. album). B. ei-herzförmig, zugespitzt, ungleich gesägt. Blth. weiß. Blkrröhre gekrümmt, aufstrebend. Ueberall an Hecken.

Gefleckter Bienensaug (L. maculatum). B. ei-herzförmig, ungleich doppelt-sägig-zugespitzt, zuweilen gefleckt. Röhre der Blth. gekrümmt, über der Basis bauchig erweitert. Blth. purpurn. Gebüsch und Wege; häufig.

Rother Bienensaug (L. purpureum). B. ei-herzförmig, ungleich gekerbt-gesägt, gestielt, die Stiele alle gleich breit. Blkrröhre gerade. Blth. purpurn. Ueberall an Hecken.

Im Ganzen 6 deutsche Arten.

Pfefferkraut (Saturega; XIV. 1).

Gemeines Pfefferkraut (S. hortensis). St. aufrecht, sehr ästig, krautig. Obere Sträußchen blattwinkelständig, meist 5blüthig. B. lineal-lanzettlich, spitz. Blth. lilla oder weiß. Südeuropa; häufig gebaut.

Wirbeldorste (Clinopodium; XIV. 1).

Gemeine Wirbeldorste (C. vulgare). St. aufrecht, zottig. Quirle gleich, reichblüthig. B. eiförmig, gestielt. Hülle so lang wie der K. Blth. purpurn. Lichte waldige Stellen; häufig.

Melisse (Melissa; XIV. 1).

Gebräuchliche Melisse (M. officinalis). Krautig, aufrecht, ästig. B. eiförmig, gekerbt-gesägt, die unteren an der Basis fast herzförmig. Quirle blattwinkelständig. Deckbl. eiförmig. Blth. weiß. Süddeutschland; cultivirt.

Ysop (Hyssopus; XIV. 1).

Gebräuchlicher Ysop (H. officinalis). Blth. quirlig-traubig, einseitswendig. Zähne des K. aufrecht, fast gleich. B. lanzettlich, ganzrandig. Blth. blau oder roth. Südeuropa; cultivirt.

Helmkraut (Scutellaria; XIV. 1).

Gemeines Helmkraut (S. galericulata). B. aus herzförmiger Basis, länglich-lanzettlich, entfernt stumpf-gekerbt, gesägt. Blth. blattwinkelständig, gegenständig, einerseitswendig. K. kahl. Röhre der Blth. an der Basis fast rechtwinkelig gekrümmt. Blth. hell-violett. Feuchte Haine, Ufer.

Brunelle (Prunella; XIV. 1).

Gemeine Brunelle (P. vulgaris). B. gestielt, länglich-eiförmig, ganzrandig, gezähnt oder fiederspaltig. Die längeren Stbgf. an der Spitze mit einem dornförmigen geraden Zahne versehen. Zähne der oberen Kelchlippe sehr kurz, abgeschnitten-stachelspitzig, die der unteren ei-lanzettförmig, schwach-wimperig. Blth. violett, seltener weiß. Wiesen, Triften.

Großblumige Brunelle (P. grandiflora). B. gestielt, ganzrandig, eiförmig. Oberlippe der Blkr. behaart. Stbgf. wehrlos, die längeren mit kleineren Höckern an der Spitze. Blth. violett, doppelt so groß wie bei voriger. Sonnige Hügel.

Thymian (Thymus). K. walzig, länglich, 2lippig. Oberlippe 3zähnig, Unterlippe 2zähnig. Nach dem Verblühen durch einen Haarkranz geschlossen. Blth. in Scheinquirlen mit sehr kleinen Deckblättchen.

Quendel oder Feld-Thymian (Th. serpyllum). St. niedergestreckt. Aeste fädlich. Quirle kopfig oder traubig. B. lineal oder elliptisch, stumpf, an der Basis in einem kurzen Blätterstiel zusammengezogen, flach, drüsig-punktirt, kahl oder rauhhaarig, am hinteren Rande gewimpert; obere Lippe der Blth. ausgerandet, eiförmig, fast 4eckig. Bl. purpurn. Felder.

Garten-Thymian (Th. vulgaris). Quirle kopfig oder traubig. B. lineal oder länglich-eiförmig, spitz, drüsig-punktirt, am Rande wie gerollt in Blattwinkeln büschelig, die blüthenständigen lanzettlich, stumpf. Blth. lilla. Halbstrauch Südeuropas. In Gärten.

Acker-Basilienquendel (Th. Acinos oder Calamintha Acinos). St. aufrecht. B. elliptisch, spitz, gesägt. Quirle 6büthig. Fruchtkelch meist fast rechtwinkelig, gegen den St. stehend, auch die Zähne fast geschlossen. Bl. hellviolett. Steinige Hügel, Felder.

Zweite Familie. Frucht 2fächerig, vielsamig. Samenträger mittelständig.

Wollkraut (Verbascum). K. tief-5spaltig, bleibend. Blth. vielsamig. Saum in 5 etwas ungleiche, stumpfe Zipfel gespalten. Stbgf. 5, meist 2 ungleiche mit linealen oder doch einigen zottigen Staubfäden.

Königskerze (V. thapsus). B. fein gekerbt, filzig, sämmtlich herablaufend, die unteren elliptisch-länglich. Blth. trichterförmig. Stbgf. weißwollig. Aeste pyramidenförmig-rispig. Blth. gelb. Steiniger Boden.

Lychnisartiges Wollkraut (V. lychnitis). B. gekerbt, oberseits ziemlich kahl, unterseits staubig-filzig, graulich, die unteren elliptisch-länglich in den Blattstiel verschmälert, die übrigen unteren kürzer gestielt, die oberen sitzend, eiförmig, zugespitzt. Aeste aufrecht, etwas abstehend, pyramidenförmig-rispig, scharfkantig. Blth. weißwollig. Bl. gelb.

Schwarzes Wollkraut (V. nigrum). B. wie vorher, aber die unteren herzförmig, langgestielt. St. oben scharfkantig. Trauben verlängert. Stbgf. purpurn, wollig. Blth. gelb. Ebendaselbst.

Braunwurz (Scrophularia). Blkr. fast kugelig. Stbgf. in der Knospenlage einwärts geknickt, an der Unterlage angedrückt. (XIV. 2.)

Knotige Braunwurz (S. nodosa). B. eiförmig-länglich oder eiherzförmig, kahl, doppelt-gesägt. St. geschweift, 4eckig. Blthstiel flügellos. Rispe endständig. Blth. olivengrün, Oberlippe der Blth. braun. Feuchte Stellen.

Wasser-Braunwurz (S. aquatica). Der vorigen ähnlich, aber B. nur einfach-gesägt und Blthstiel breit-geflügelt, 4kantig. Ebendaselbst.

Gnadenkraut (Gratiola; II. 1).

Gebräuchliches Gnadenkraut (G. officinalis). B. sitzend, lanzettlich, 3nervig, klein-gesägt, an der Basis ganzrandig. Blthstiele blattwinkelständig, 1blüthig. Blth. weiß mit gelben Röhren. Feuchte Wiesen.

Fingerhut (Digitalis; XIV. 2). Blkr. röhrig-glockig. Saum 2lippig, 4—5lappig. Narbe 2spaltig. B. wechsel-(spiral-)ständig.

Rother Fingerhut (D. purpurea). Blth. außen kahl. Oberlippe sehr stumpf-abgestutzt, Unterlippe kurz-eiförmig, abgerundet. Blth. inwendig mit weiß-linealen Punkten, übrigens purpurn. B. eilanzettlich-gekerbt. Weichhaarig. Bergwälder.

Blaßgelber Fingerhut (Großblüthiger) (D. ambigua oder grandiflora). Blkr. außen drüsig-flaumig, blaßgelb. Unterlippe netzartig geadert. B. länglich-lanzettlich, klein-gesägt. Klebrig, zottig. Felsige Bergabhänge.

Beide Arten sind giftig.

Löwenmaul (Antirrhinum; XIV. 2).

Großes Löwenmaul (A. majus). B. gegen- oder wechselständig, lanzettlich oder kahl. Blth. traubig. Kelchzipfel fast gleich groß, eiförmig, kürzer als die Blkr. Blth. purpurn. Süddeutschland. Gartenpflanze.

Das Feld-Löwenmaul (A. orontium) ist ähnlich, aber B. sind lanzettlich-lineal. Kelchzipfel ungleich, lanzettlich und länger als die Blkr.

Leinkraut (Linaria). Blkr. nach vorn in einen pfriemlichen Sporn

vorgezogen, zweilippig, verlängert. Kapsel am Ende mit zwei oder mehreren Klappen aufspringend. (XIV. 2.)

Acker-Leinkraut (L. arvensis). Kahl. K. nebst dem Blthstielchen drüsig-behaart. Lappen lineal, stumpf. B. lineal, nach der Basis und Spitze verschmälert. Blkr. lineal, die unteren zu 4 wirtelig. Blth. bläulich-weiß mit blauem oder gelbem Gaume in Aehren oder Trauben. Aecker.

Gemeines Leinkraut (L. vulgaris. Antirrhinum linaria). B. lineal-lanzettlich, spitz, ohne Ordnung gehäuft. Trauben gedrungen oder drüsig. Bl. gelb mit orangegelbem Gaume.

Kleines Leinkraut (L. minor). B. lineal-lanzettlich, stumpf, ganzrandig. Stgl. aufrecht. Blth. violett mit gelber Lippe. Aecker und Gärten.

Zymbelkraut oder Epheublättriges Leinkraut (L. cymbalaria). B. herz-nierenförmig, 5lappig. Stgl. kriechend oder kletternd. Blth. hellviolett mit gelbem Gaume. An Mauern.

Ehrenpreis (Veronica). K. 4—5theilig. Blkr. radförmig. Saum 4theilig, dessen unterster Lappen gewöhnlich klein ist. Stbgf. 2. Kapsel 2klappig. (II. 1.) 30 deutsche Arten.

Echter Ehrenpreis (V. officinalis). St. stielrund, derb. B. kurzgestielt, verkehrt-eiförmig-elliptisch oder länglich. Trauben blattwinkelständig, reichblüthig. Blthstiele kürzer als die Kapsel. St. rauhhaarig. Bl. blaß, fein gestreift.

Wiesen-Ehrenpreis (V. chamaedrys). B. fast sitzend, eiförmig, eingeschnitten, gekerbt-gesägt, Fruchtstiele länger als die Kapsel. St. 2reihig, behaart, stielrund. Blth. lichtblau. Auf Wiesen, Grasplätzen; gemein.

Breitblättriger Ehrenpreis (V. latifolia). Blth. dichttraubig, blattwinkelständig. K. 5theilig. St. aufrecht oder aus bogiger Basis aufstrebend. B. sitzend, aus fast herzförmiger Basis eiförmig oder länglich, eingeschnitten-gesägt oder fiederspaltig. Blth. schön blau. Gebüsch.

Der sogenannte Gamander-Ehrenpreis (V. teucrium) ist eine Spielart hiervon und im Ganzen kleiner, liegend.

Quell-Ehrenpreis (V. beccabunga). Kahl. St. stielrund, röhrig-aufsteigend. B. gestielt, elliptisch oder länglich, kerbig-sägig. Tr. blattwinkelständig, mit abstehender Achse. K. 4theilig. Blkr. schön blau. Kapsel fächerig, ausgerandet. Quellen, Bäche.

Aehnlich ist der Wasser-Ehrenpreis (V. anagallis). Aber der St. ist oberwärts fast 4seitig. B. ungestielt, umfassend, lanzettlich, zugespitzt, scharfsägig. Blkr. kleiner, blasser.

Feld-Ehrenpreis (V. arvensis). St. aufstrebend, untere B. gestielt, herz-eirundlich, sägig, obere fast stiellos, lanzettlich und meist ganzrandig. St. und Aeste reichblüthig, locker, traubig, röhrig. Blthstielchen kürzer, als der K. Blkr. klein, hellblau. Felder und Wege.

Frühlings-Ehrenpreis (V. verna). B. fiedertheilig, die unteren eiförmig, fast ungetheilt. Blthst. kürzer als der K. Kapsel zusammengedrückt, verkehrt-herzförmig. Blth. blau. Sandfelder.

Aehriger Ehrenpreis (V. spicata). Wollhaarig, graulich. St. aufstrebend, unterwärts rauhhaarig. B. gekerbt, sägig, stumpf, untere gestielt, obere sitzend; meistens nur eine einzelne blaue Traube. Hügelabhänge und als Gartenzierpflanze.

Dreiblätteriger Ehrenpreis (V. triphyllos). St. aufsteigend, untere B. eirund, ungetheilt, die folgenden eingeschnitten, die oberen mehr oder weniger fingerig getheilt. Blthst. länger als der K. Deckbl. 3—5theilig. Blkr. schön dunkelblau, reichblüthig. Aecker; häufig.

Epheublätteriger Ehrenpreis (V. hederaefolia). Blthst. blattwinkelständig. B. rundlich-herzförmig, schwach 3—5lappig. Kapsel kugelig, hellblau. Aecker; gemein.

Wachtelweizen (Melampyrum). Blkr. rachenförmig, mit helmartiger Oberlippe. K. röhrig. Deckbl. gefärbt. Stb. zusammenhängend. 6 deutsche Arten. (XIV. 2.)

Wiesen-Wachtelweizen (M. pratense). Aehren locker, einerseitswendig, wie auch bei beiden folgenden Arten. Deckbl. lanzettlich, die oberen am Grunde 1—2zähnig. K. kahl, dreimal kürzer als die Blth. Blth. wagerecht abstehend, gelb oder weiß und oben gelb.

Wald-Wachtelweizen (M. sylvaticum). Deckbl. lanzettlich, ganzrandig. K. kahl, so lang wie die Blth. Goldgelb. Wälder, Wiesen.

Hain-Wachtelweizen (M. nemorosum). Deckbl. tief-herzförmig, gezähnt, azurblau. K. rauhhaarig, halb so lang als die Bl. Zähne lanzettlich-pfriemlich. Blth. goldgelb. Röhre rostbraun. Wälder, Haine.

Kammähriger Wachtelweizen (M. cristatum). Aehren 4kantig, dicht-dachig. Deckbl. herzförmig-zugespitzt, kammartig-gezähnt, grün oder röthlich. Blth. weißlich, oben blaßgelb. Unterlippe röthlich. Wälder, Gebirgswiesen.

Acker-Wachtelweizen (M. arvense). Aehren locker, gleich. Deckbl. roth, eirund, lanzettlich-zugespitzt. Blth. purpurn, in der Mitte mit weißem Ringe, an der Basis der Unterlippe mit gelben Flecken. Unter Getreide.

Hahnenkamm oder **Klappertopf** (Rhinanthus). Blkr. rachenförmig-zusammengedrückt, mit 3spaltiger Unterlippe. K. 4zähnig, etwas aufgeblasen. Kapselfächer vielsamig. S. breit geflügelt. 5 deutsche Arten, welche auf Aeckern meistens unter dem Getreide vorkommen. (XIV. 2.)

Kleiner Hahnenkamm (R. minor). Deckbl. gleichfarbig, Röhre der Blkr. gerade, kürzer als der K. Griffel eingeschlossen. Blth. gelb, mit blauen Zähnen der Oberlippe. Wiesen.

Großer Hahnenkamm (R. major). Deckbl. verschiedenfarbig. K.

ziemlich kahl. B. doppelt größer als vorher, Röhre der Blkr. etwas gebogen, so lang wie der K. Griffel hervorragend. Wiesen.

Rauhhaariger Hahnenkamm (R. alectorolophus). K. rauhhaarig, zottig. Deckbl. verschiedenfarbig. S. schmal berandet, übrigens den vorigen ähnlich. Auf Aeckern.

Läusekraut (Pedicularis; XIV. 2).

Sumpf-Läusekraut (P. palustris). Oberlippe der Blth. fast sichelförmig. K. zweilippig. B. gefiedert. Fiederblättchen länglich mit gekerbten Läppchen. St. aufrecht. Blth. roth. Sumpfige Wiesen.

Augentrost (Euphrasia; XIV. 2).

Gemeiner Augentrost (E. officinalis). B. breit-eiförmig bis schmal-lanzettlich, beiderseits 5zähnig. Oberlippe der Blth. 2lappig, 2—3zähnig. Unterlippe 3spaltig, mit tief ausgerandeten Zapfen. Untere Stbfächer gespornt. Blth. weiß, mit gelben Flecken und violetten Linien. Wiesen, lichte Waldstellen.

Rother Augentrost (E. odontites). St. höher. Bl. lineal-lanzettlich, entfernt-gesägt. Oberlippe zusammengedrückt, abgerundet, schwach ausgerandet. Stbt. an der Spitze zottig. Blth. schmutzigroth. Wiesen und feuchte Aecker; häufig.

Dritte Familie. **Schlauchkrautartige Gewächse** (Lentibulariae). Kapsel einfächerig. Stbgf. 2. Blkr. 2lippig, gesperrt. Samenträger mittelständig.

Fettkraut (Pinguicula; II. 1).

Gemeines Fettkraut (P. vulgaris). B. noch am Boden rosettig, fleischig, eirundlich. Sporn pfriemlich. Blth. violett. Sumpfwiesen.

Vierte Familie. **Eisenkraut-Gewächse** (Verbenaceae). Frucht 2—4fächerig. Fruchtknoten ungetheilt. Stbgf. 4mächtig oder nur 2.

Eisenkraut (Verbena; II. 1).

Gemeines Eisenkraut (V. officinalis). St. 4kantig. B. fiederspaltig-eingeschnitten bis 3lappig, kurzgestielt oder sitzend. Aehren ruthenförmig. Blth. röthlichweiß. An Wegen; gemein.

Fünfte Familie. **Braunschupper** (Orobancheae). Schmarotzerpflanzen, auf den Wurzeln von krautartigen oder holzigen Gewächsen, blattlos, aber mit Schuppen besetzt. Kapsel oberständig. S. wandständig.

Schuppenwurz (Lathraea; XIV. 2).

Gemeine Schuppenwurz (L. squammaria). St. einfach. Blth. hängend, einseitswendig. Unterlippe der Blth. 3spaltig. Ganze Pflanze weiß oder röthlich überlaufend. Blkr. rachenförmig. Wurzelstock mit fleischig-knorpeligen stumpfen Schuppen ziegeldachartig bedeckt; auf Laubholzwurzeln.

Auch gehört hierher die Sommerwurz (Orobanche) mit 22 deutschen Arten.

Acht und zwanzigste Ordnung. **Myrsineen** (Myrsineae).

Bl. regelmäßig. Stbgf. den Korollenzipfeln gegenüberstehend. Samenträger mittelständig. S. eiweißhaltig. Frucht meist eine Kapsel.

Erste Familie. **Schlüsselblumen** oder **Primeln** (Primulaceae).

Krautige Pflanzen mit Kapselfrucht.

Primel (Primula; V. 1). 15 deutsche Arten. K. glockig, 5spaltig. Blkr. trichter- oder tellerförmig. Kapsel 5klappig.

Gebräuchliche Primel (P. officinalis). Bl. runzelig, eiförmig, unterseits kurzhaarig. K. fast so lang wie die Blkrröhre. Zähne kurz-zugespitzt. Blth. gelb mit 5 safrangelben Flecken, wohlriechend (P. veris). Wiesen; häufig.

Hohe Primel (P. elatior). B. beiderseits kurzzottig. K. nur halb so lang wie die Blkrröhre. Zähne lang zugespitzt. Blth. gelb, ungefleckt, geruchlos. Ebendaselbst; häufig. In Gärten.

Aurikel (P. auricula). B. nicht runzelig, sondern fleischig. Schaft bepudert, gelb oder roth. In Gärten.

Gilb-Weiderich (Lysimachia; V. 1). Kapsel 5—10klappig, aufspringend. K. 5theilig. Blkr. radförmig. B. ganzrandig.

Gemeiner Gilb-Weiderich (L. vulgaris). St. aufrecht. 2—5' hoch. B. gegenständig, eilanzettlich. Blthtraube rispig. Stbgf. bis zur Mitte zusammengewachsen. Blth. gelb. An Wassergräben häufig.

Rundblätteriger Gilb-Weiderich (L. nummularia). Kahl. St. hingestreckt, kriechend. B. gegenständig, herzrundlich. Blthst. einzeln, wechselständig, bald kürzer, bald länger als das Blatt. Kelchzipfel herz-eirundlich. Blth. gelb. Nasse Wiesen; häufig.

Wald-Gilb-Weiderich (L. nemorum). Kahl. St. niederliegend, mit aufsteigenden Blthästen. B. gegenständig, eiförmig, spitz. Blthstiel länger als das Blatt. Kelchzipfel lineal-pfriemlich. Blth. gelb. Feuchte Gebüsche.

Gauchheil (Anagallis; V. 1).

Acker-Gauchheil (A. arvensis). St. liegend oder aufsteigend. B. sitzend, eiförmig. Zipfel der Blkr. feingekerbt, fein drüsig gewimpert, etwas länger als der K. Blthst. wenigstens so lang wie die B. Blth. blau oder roth. Aecker; häufig.

Hierher gehört auch die beliebte Zierpflanze Cyclamen europaeum (Alpenveilchen).

Neun und zwanzigste Ordnung. **Heiden** (Ericineae).

Blkr. regelmäßig. K. frei oder mit dem Fruchtknoten verwachsen. Stbgf. 4—10. Frucht eine Kapsel oder Beere.

Erste Familie. **Heidelbeerartige** (Vaccinieae). K. mit Fruchtknoten verwachsen. Stbgf. von einer oberweibigen Scheibe befestigt. Frucht saftig.

Heidelbeere (Vaccinium; VIII. 1).

Gemeine Heidelbeere (V. myrtillus). B. abfällig, eiförmig, klein-gesägt, kahl. Blthst. einzeln. Kelchsaum ungetheilt. Blth. kugelig, hellgrün, röthlich-überlaufend. Aeste scharfkantig. Wälder; gemein.

Preißelbeere (V. vitis idaea). B. immergrün, verkehrt-eiförmig, stumpf, unmerklich gekerbt, am Rande zurückgerollt, unterseits punktirt. Traube endständig, überhängend. Blth. glockig. Stbt. wehrlos. Griffel länger als die Blth. Blth. weiß oder röthlich. Beeren roth. Wälder.

Moosbeere (V. oxycoccos). St. kriechend, Aeste fädlich, liegend. B. immergrün, eiförmig, ziemlich spitz, unterseits aschgrau. Blth. langgestielt, nickend. Blkr. radförmig. B. und Beeren roth. Torfhaltige Stellen.

Zweite Familie. **Heidenartige Pflanzen** (Ericineae). K. und Fruchtknoten frei, nicht verwachsen. Stb. 2fächerig.

Gemeine Heide (Erica vulgaris; VIII. 1). Strauch ruthenästig. B. gegenständig, 4zeilig, sitzend. Blth. in endständigen Trauben, einseitswendig, fleischroth. Lichte Waldungen.

Wintergrün (Pyrola). K. 5theilig. Blkr. 5blätterig und kugelig. Stbgf. 10. Kapsel 5fächerig.

Rundblätteriges Wintergrün (P. rotundifolia). Blumenkrone fast flachglockig. Kelchzipfel lanzettlich, zugespitzt, halb so lang wie die Blkr., an der Spitze zurückgebogen. Stbgf. aufwärts-, Griffel abwärtsgekrümmt. Trauben gleich. B. langgestielt, fast kreisrundlich, lederig, glänzendgrün. Blth. weiß. Feuchtes Gehölz.

Doldiges Wintergrün (P. umbellata). Blth. doldig, langgestielt. B. quirlständig, lanzettlich, keilig. Blth. rosenroth. Nadelwälder.

Einblumiges Wintergrün (P. uniflora). Schaft einblumig, weiß. Schattige Wälder.

Grünblüthiges Wintergrün (P. chlorantha). Wie bei der ersten Art. Kelchzipfel eirund, so lang wie breit, 4mal kürzer als die grünliche Blkr. Schattige Wälder.

Das mittlere Wintergrün (P. media) und das kleine Wintergrün (P. minor) unterscheiden sich im Wesentlichen von P. rot. durch die gleichförmig zusammenschließenden Stbgf. und durch die geraden Griffel.

Sumpf-Porst (Ledum palustre; X. 1). B. lineal, lederig-starr, immergrün, am Rande zurückgerollt, unterseits nebst den Aestchen rostroth, filzig. Blth. weiß oder rosenroth. Torfgegenden.

Gebräuchliche Bärentraube (Arbutus uva ursi oder Arctostaphylos officinalis). Stamm hingestreckt, strauchig. B. länglich, verkehrt-eiförmig, ganzrandig, immergrün, kahl, netzaderig. Adern beiderseits eingedrückt. Blth. fleischfarbig. Beere roth. Heiden, Nadelwälder. (X. 1).

Hierher gehört auch die Schneerose (Rhododendron ferrugineum).

Dreißigste Ordnung. **Glockenblüthler** (Campanulinae).

K. mit dem Fruchtknoten verwachsen. Stbgf. auf einer oberweibigen Scheibe oder auf der Blkr. eingefügt. Samenträger mittelständig, vielsamig. Frucht eine Kapsel.

Erste Familie. **Glockenblumen** (Campanulaceae). Blkr. regelmäßig. Zipfel in der Knospenlage klappig. Stb. frei. Pollenkörner kugelig.

Glockenblume (Campanula). Blkr. glockig oder radförmig, 5spaltig, vertrocknend. Griffel fädlich oder walzig. Narben 3 — 5, später zurückgerollt. Kapsel 3 — 5fächerig. (V. 1.)

Rundblätterige Glockenblume (C. rotundifolia). Wb. gestielt, an den nicht blühenden St. ei=, herz= und nierenförmig. Blthstiel mehre Male länger als das B. Unterste Stb. lanzettlich, gestielt, die übrigen lineal, ganzrandig. St. rispig, vieltheilig. Blth. ei= oder fast kreisel=glockenförmig, blau. Aecker und Wiesen; häufig.

Rapunzelartige Glockenblume (C. rapunculoides). B. ungleich gesägt, etwas rauhhaarig, die unteren fast herzförmig, langgestielt, die oberen lanzettlich. Trauben endständig, einerseitswendig. Kelchzipfel lanzettlich. St. aufrecht, stumpfkantig. Wurzel kriechend, blau. Wälder, Hügel.

Nesselblätterige Glockenblume (C. trachelium). B. grob doppelt=gesägt, steifhaarig, die unteren langgestielt, herzförmig, die oberen länglich, sitzend. Blthst. blattwinkelständig, 1 — 3blüthig, in eine Traube zusammengestellt. K. eilanzettförmig. St. aufrecht, scharfkantig. Blth. blau. Wälder, Gebüsch.

Breitblätterige Glockenblume (C. latifolia). B. eilanzettförmig, zugespitzt, grob=doppelt=gesägt, kurzhaarig, kurzgestielt, Blthst. blattwinkelständig, einblüthig. Kelchzipfel eilanzettförmig. St. aufrecht, stumpfkantig, blau. Wälder.

Sperrigblüthige Glockenblume (C. patula). Aeste oberwärts getheilt. Rispe fast ebensträußig, abstehend. B. gekerbt. Stb. lineal=lanzettlich, sitzend. Wb. länglich, verkehrt=eiförmig, in den Blattstiel herablaufend. K. zipfelpfriemlich. Wiesen, Waldwälder.

Rapunzel=Glockenblume (C. rapunculus). Wie vorher, aber Aeste schon an der Basis getheilt. Rispe fast traubig. Trockne Wiesen.

Pfirsichblätterige Glockenblume (C. persicifolia). B. entfernt=feingesägt. Blkr. weittrichterig. Traube armblüthig. Kelchzipfel lanzettlich. Wb. länglich=verkehrt=eiförmig. Stb. lineal=lanzettlich, sitzend. Bergwiesen.

Natterkopfblätterige Glockenblume (C. cervicaria). Steifhaarig. B. fein=gekerbt. Wb. lanzettlich, in den Bstiel verschmälert. Stb. lanzettlich, lineal, die oberen mit stengelumfassender Basis, sitzend. Blth. sitzend, in end= und seitenständigen Köpfchen, blau. Wälder.

Knäuelblüthige Glockenblume (C. glomerata). Wb. langgestielt, eilanzettförmig. Stb. stengelumfassend, mehr herzförmig, klein-gekerbt. Blthstand wie vorher. Wiesen und Waldränder.

Aehrige Rapunzel (Phyteuma spicatum). St. einfach. B. doppelt gekerbt-gesägt, an der Basis herzförmig, die oberen lineal. Aehre länglich, gelblichweiß. Bergwiesen und Wälder; häufig.

Ein und dreißigste Ordnung. Zusammengesetzte korbblüthige Gewächse (Compositae.)

Blth. in einem Blthkorbe. Blkr. röhrig oder bandförmig. Stbgf. 5, meist mit in eine Röhre verwachsenen Stbt. Schließfrucht meist mit dem Kelchsaume gekrönt.

Erste Familie. **Korbblüthler** (Synanthereae). Zipfel der Blth. in der Knospenlage klappig. Stbt. verwachsen. Fruchtknoten einfächerig. Schließfrucht ohne Hüllchen. Blth. mit einem Haarkranze umgeben. (Siehe die Tafel am Schlusse.)

Erste Unterordnung.

Blth. röhrig oder die des Randes zungenförmig. Griffel an der Spitze nicht verdickt und daselbst nicht bekränzt.

Wasserdost (Eupatorium; XIX. 1). Blth. zwitterig, d. h. Strahlen- und Scheibenblth. gleich. Bl. gestielt, 3- oder 5theilig, entgegengesetzt, Zipfel lanzettlich, gesägt, der mittlere länger. St. ästig. Blth. hellrosaroth. Wassergräben und nasse Wiesen.

Huflattich (Tussilago). Blkorb vielblüthig, Hülle einreihig. Haarkrone der männlichen Bl. einreihig, der weiblichen mehrreihig. Blumenkörbe ungleich. (XIX. 2.)

Gemeiner Huflattich (T. farfara). Blthst. filzig. B. herzförmig-rundlich, ausgeschweift, eckig und gezähnt, erst nach der Blthzeit erscheinend, gelb. An Ufern und auf Aeckern.

Großer Huflattich (T. petasites). Blthstiel größer. Blthstrauß eiförmig oder verlängert. Narbe der Zwitterblüthe kurz, eiförmig. B. herzförmig, ungleich-gezähnt, unterseits wolliggrau, Lappen abgerundet. Blth. trübpurpurn. An Bächen und Wassergräben; häufig.

Aster (Aster). Strahlenblth. wie die Scheibenblth. eigelb. Frucht flach zusammengedrückt. Hülle ziegeldachig. (XIX. 2.)

Wilde Aster (A. amellus). St. oben doldentraubig verästet. B. dreinervig, flaumig-rauh, die oberen länglich-lanzettlich, etwas gesägt oder ganzrandig, die unteren elliptisch, in den Blthstiel verschmälert. Dolde etwas abstehend. Hüllblättchen etwas abstehend. Strahlenblth. blau, Scheibenblth. gelb. Haarkrone röthlich. Sonnige Bergabhänge.

Alpen-Aster (A. alpinus). B. 3nervig, flaumig, ganzrandig. Stb. lanzettlich. Wb. länglich, in den Blstiel verschmälert, die ersten spatelig. St. einköpfig. Auf den Alpen.

Marienblümchen (Bellis perennis; XIX. 2). Wurzel kriechend. B. verkehrt-eiförmig, spatelig, rosettig. Scheibenblth. gelb. Strahlenblth. weiß-röthlich. Ueberall an Wegen.

Berufkraut (Erigeron). Weibliche Blth. im Umkreise des Blumenkorbes zweireihig. Strahlenblth. sehr schmal, sonst wie Aster. (XIX. 2).

Canadisches Berufkraut (E. canadense). St. steifrispig. Köpfchen walzig. B. lineal-lanzettlich, borstig-gewimpert. Strahlenblth. weiß. Auf trockenem Boden, von Canada stammend.

Gemeines Berufkraut (E. acre). Doldentraubig, Aeste 1—3köpfig. B. lineal-lanzettlich, rauhhaarig. Strahlenblth. hellpurpurn oder weiß. Auf unfruchtbaren Feldern; häufig.

Goldruthe (Solidago; XIX. 2).

Gemeine Goldruthe (S. virgaurea). St. aufrecht, an der Spitze rispig, traubig. B. ei- und lanzettlich-zugespitzt, in den geflügelten Blstiel herablaufend, ziemlich haarig. Blth. gelb. Sonnige Abhänge.

Alant (Inula; XIX. 2). Haarkranz einreihig, gleichförmig. Hülle ziegeldachig. Frucht ungeschnabelt, stielrundlich.

Deutscher Alant (I. germanica). B. länglich-lanzettlich oder länglich-spitzlich, entfernt-gezähnelt, aderig, unterseits wollhaarig, am Rande rauh. Stb. an der Basis herzförmig. Doldentraube vielköpfig. Blumenkörbe klein. Strahlenblth. kürzer, als die Hülle. Früchtchen kahl. Blth. gelb. Steinige Hügel.

Weidenblätteriger Alant (I. salicina). B. lanzettlich, scharf doppelt-gezähnelt, stengelumfassend, die oberen am Grunde herzförmig. B. nebst Hüllblättchen kahl. Gebüsche und Flußufer.

Wiesen-Alant (I. britannica). Früchte kurzhaarig. B. lanzettlich, ganzrandig oder gezähnelt, unterseits nebst St. zottig-wollig, die unteren in den Blattstiel verschmälert, die oberen stengelumfassend, herzförmig. An Gräben und Flußufern.

Wahrer Alant (I. helenium). B. ungleich-gezähnt, gesägt, unterseits filzig. Wb. gestielt, elliptisch-länglich. Stb. herzeiförmig, stengelumfassend. Früchtchen kahl. Blthköpfe einzeln. B. des Hüllkelchs lineal-spatelig. Auf Wiesen.

Ruhr-Alant (Pulicaria dysenterica oder I. dysenterica). B. länglich, am Grunde tief-herzförmig, stengelumfassend, schwach gezähnelt, unterseits graufilzig. Köpfchen ebensträußig. Strahlenblth. viel länger als die Scheibenblth. Blth. gelb. Wiesen, Gräben.

Gemeines Flohkraut (Pulicaria vulgaris). Strahlenblumen kaum länger, als die Scheibenblumen. B. mit abgerundeter Basis sitzend. St. rispig, ebensträußig. Blth. gelb. Feuchte Stellen.

Zweizahn (Bidens; XIX. 2).

Dreitheiliger Zweizahn (B. tripartita). St. 3″ bis 3′ hoch. Köpfchen scheibentheilig, äußere Hüllchen länger als dasselbe. B. 3—5lappig oder theilig. Lappen lanzettlich, sägig. Früchte verkehrt-eiförmig, am Rande rückwärts-stachelig. Blth. gelb. Feuchte Stellen.

Nickender Zweizahn (B. cernua). St. nicht so hoch. Köpfchen überhängend. B. lanzettlich, gesägt. Früchte verkehrt-keilig. Blth. gelb. Feuchte Stellen.

Sonnenblume (Helianthus; XIX. 3).

Jährige Sonnenblume (H. annuus). St. 2—8′ hoch. B. herzförmig-gesägt. Blth. verdickt. Köpfchen nickend. Blth. gelb. Peru. Bekannte Zierpflanze.

Knollige Sonnenblume (H. tuberosus). Aus Brasilien, liefert den Kartoffeln ähnliche Knollen.

Hierher gehören die bekannte Georgina variabilis und die Madia sativa.

Dürrwurz (Conyza; XIX. 2).

Sparrige Dürrwurz (C. squarrosa). St. 1—3′. B. elliptisch-lanzettlich, spitzlich, oberseits flaumig, die unteren in den Blumenstiel verschmälert. Aeste doldentraubig. Blth. gelb. Sonnige Hügel.

Filzkraut (Filago; XIX. 2).

Deutsches Filzkraut (F. germanica). St. gabelspaltig. Ganze Pflanze filzig-wollig. Hüllblättchen mit unbehaarter, glänzender, fast stechender Spitze. Aecker, Hügel; gemein. Bei F. minima sind die Köpfchen kleiner.

Acker-Filzkraut (F. arvensis). St. rispig-ästig. Blthknäule seiten- und endständig, weißlich. Aecker und Triften; gemein.

Ruhrkraut (Gnaphalium; XIX. 2). Köpfchen einhäusig. Blth. des Randes weiblich, die des Mittelfeldes zwitterig.

Frühlings-Ruhrkraut (G. dioicum). St. mit wurzelnden Ausläufern, einfach. Wb. verkehrt-eiförmig, spatelig, oberseits kahl, unterseits schneeweißfilzig. Stb. fast gleich, lineal-lanzettlich. Ebenstrauß gedrungen, endständig. Köpfchen weiß oder roth. Hüllblättchen roth oder weiß. Unfruchtbare Hügel; häufig.

Gelbweißes Ruhrkraut (G. luteo-album). St. einfach, ohne Ausläufer. B. lanzettlich, beiderseits wollig-flaumig, die unteren vorn breiter, stumpf, die oberen nach der Spitze verschmälert. Köpfchen geknäult, blattlos, strohgelb. Feuchter Sandboden.

Wald-Ruhrkraut (G. sylvaticum). St. einfach ruthenförmig, ährig. Köpfchen in verlängerter Aehre. Wb. lanzettlich. Stb. allmälig kleiner, die oberen lineal, gelblichweiß. Hülle braun.

Hierher gehört auch die bekannte Strohblume.

Beifuß (Artemisia). Hülle ziegeldachig, eiförmig oder halbkugelig.

Blümchen gleichförmig oder zweigestaltig, die randständigen weiblich. Frucht umgekehrt-eiförmig, kahl. (XIX. 2.)

Gemeiner Beifuß (A. vulgaris). St. steif, aufrecht, rispig. Bl. fiederspaltig, unterseits weißfilzig. Blättchen lanzettlich, zugespitzt, eingeschnitten-gesägt und ganz. Stb. am Grunde geöhrt. Köpfchen eiförmig oder länglich, filzig, gelbroth. Ueberall an Wegen.

Wermuth (A. absinthium). Fruchtboden rauhhaarig. St. aufrecht, rispig. Bl. grau. Wb. 3fach. Stb. 2- oder einfach, fiederspaltig, Zipfel lanzettlich, stumpf. Köpfchen fast kugelig, nickend. Hellgelb. An Wegen.

Feld-Beifuß (A. campestris). Köpfchen eiförmig, kahl. B. 2—3fach fiederspaltig, die oberen einfach fiederspaltig. Zipfel lineal, die nichtblühenden St. rasig. Blth. grünlichroth.

Eberraute-Beifuß (A. abrotanum). St. strauchig, aufrecht-rispig. B. unterseits flaumig, sämmtlich gestielt, an der Basis des Blattstiels öhrchenlos. B. vielfach zertheilt, Zipfel lineal-fädlich, gelb. Gartengewürzpflanze.

Hierher gehört auch der bekannte Dragon-Beifuß (A. dracunculus).

Rain (Tanacetum). Blumenkorb halbkugelig, gleichförmig, zwitterig. Hülle ziegeldachig. (XIX. 1.)

Gemeiner Rain (T. vulgare). St. 2—4′ hoch. B. doppelt-fiederspaltig, Zipfel gesägt. Blth. in flachen Doldentrauben, gelb. Ueberall an Wegen.

Schafgarbe (Achillea; XIX. 2). Hülle eiförmig. Blthboden klein. Strahlenblth. kurz, breit-elliptisch oder rundlich. Frucht kahl, glatt und geflügelt.

Gemeine Schafgarbe (A. millefolium). B. wollig-zottig oder fast kahl. Stb. im Umriß lanzettlich, doppelt-fiederspaltig. Blättchen 2—3spaltig. Läppchen lineal, stachelspitzig. Spindel ungezähnt. Blth. weiß oder röthlich. Ueberall auf Wiesen und an Wegen.

Sumpf-Schafgarbe (A. ptarmica). B. ungetheilt, lineal-lanzettlich, angedrückt, fein und über der Mitte tiefer und entfernter sägig. Doldentraube zusammengesetzt. Strahlenblth. 10blüthig, weiß. Scheibe gelblichweiß. Nasse Wiesen und Flußufer.

Hundskamille (Anthemis). Hülle glockig, halbkugelig, ziegeldachig, mit kleinen, schuppenartigen Blättchen. Frucht kantig, ungeflügelt, glatt. (XIX. 2.)

Acker-Hundskamille (A. arvensis). B. wollig-flaumig, doppelt-fiederspaltig. Blättchen lineal-lanzettlich, ungetheilt oder 2—3fach gezähnt, spitz. Fruchtboden verlängert-kegelförmig. Frucht stumpf, 4kantig. St. ästig. Schutt und Brachäcker.

Stinkende Hundskamille (A. cotula). B. ziemlich kahl, doppelt-fiederspaltig. Fiederchen lineal, ungetheilt oder 2—3zähnig, kurz stachelspitzig. Spreublättchen lineal, borstig und nur an der Spitze des Fruchtbodens. Früchte fast stielrund, widerlich riechend. Schutt, Brachäcker.

Färber-Hundskamille (A. tinctoria). B. flaumig, doppelt-fiederspaltig. Spindel gezähnt. Fiederblättchen kronenförmig gestellt, gesägt. Fruchtboden schwach gewölbt. Strahl- und Scheibenblüthen gelb. Sonnige trockene Stellen.

Edle Hundskamille (Römische Kamille) (A. nobilis). B. flaumig oder fast kahl, gefiedert. Blättchen vielspaltig. Zipfel lineal. Fruchtboden verlängert-kegelförmig. Spreublumen länglich, grannenlos, am Rande und an der Spitze knotenförmig. Früchtchen fast 3kantig, glatt. St. ästig, vielköpfig. Kiesige Triften. Südeuropa, Westphalen.

Echte Kamille (Matricaria chamomilla). B. doppelt-fiedertheilig, mit fädlichen Zipfeln. Blthst. und der walzig-kugelige Fruchtboden hohl. Früchte mit hervortretendem stumpfen Rande endigend. Blth. weiß. Aecker.

Wucherblume (Chrysanthemum; XIX. 2). 9 deutsche Arten.

Weiße Wucherblume (Ch. leucanthemum). Untere B. langgestielt, verkehrt-eiförmig, spatelig, gekerbt; die oberen sitzend, länglich-lineal, gesägt. Sägezähne der Basis schmäler und spitzer. Köpfchen einzeln. Früchte ohne Haarkrone.

Kreuzkraut (Senecio; XIX. 2).

Gemeines Kreuzkraut (S. vulgaris). B. kahl oder spinnewebig-wollig, sitzend, buchtig, fiederspaltig, mit gezähnten Fetzen, die unteren an der Basis verschmälert. Früchtchen flaumig. Randständige Zungenblth. fehlend.

Jakobs-Kreuzkraut (S. Jacobaea). Wb. und untere Stb. gestielt, länglich-verkehrt-eiförmig, an der Basis verschmälert, leierförmig, die oberen fiedertheilig. Fdbl. gezähnt, vorn 2spaltig. Spindel ganzrandig. Aeste des Ebenstraußes aufrecht. Wiesen und Triften. Gemein.

Wohlverlei (Arnica; XIX. 2).

Berg-Wohlverlei (A. montana). Hülle glockig. Wb. länglich-verkehrt-eiförmig, fast ganzrandig, 5nervig. St. sparsam-köpfig. Blth. und Hk. zottig oder drüsig-flaumig. Blth. gelb. Waldwiesen, Berggegenden.

Ringelblume (Calendula; XIX. 4. Necessaria).

Garten-Ringelblume (C. officinalis). Hülle halbkugelig, zweireihig. St. aufrecht. B. wechselständig, kurz, weichhaarig, die unteren länglich-spatelig, die oberen länglich und lanzettlich, umfassend, mit sehr kleinen entfernten Zähnen oder ganzrandig. Blumenkörbe einsam. Blth. safrangelb. Die kahnförmigen Früchte auf dem Rücken gefurcht. Südeuropa. Gartenzierpflanze.

Zweite Unterordnung. Distelpflanzen.

Blth. zwitterig, röhrig. Randblüthen selten zungenförmig. Hintere abfällig, haarig, fiederig.

Kratzdistel (Cirsium). Hüllblättchen krautig, dornig. Blthscheide trocken. Haare der Fruchtkrone zart, fiederästig. 30 deutsche Arten.

Lanzettblätterige Kratzdistel (C. lanceolatum). St. sehr ästig. B. herablaufend, im Umriß länglich-lanzettlich, grün, striegelig-rauhhaarig, fiederspaltig, mit 2spaltigen Fetzen. Lappen lineal-lanzettlich. Rippen in einen längeren Dorn vorgezogen. Blkörbe einzeln. Hülle kahl. Hüllblättchen in einen derben Dorn endigend. Blth. purpurn. An Wegen, gemein.

Acker-Kratzdistel (C. arvense). B. etwas herablaufend, länglich-lanzettlich, dornig-gewimpert, ungetheilt oder fiederspaltig-buchtig, (sperrig-wogig) an der Spitze und am Ende der Lappen mit einem starken Dorn versehen. Köpfchen rispige Doldentrauben bildend, eiförmig. Blth. purpurn. Aecker, häufig.

Stengellose Kratzdistel (C. acaule). St. fehlend oder sehr kurz. B. kahl, lanzettlich-buchtig-fiederspaltig. Fiederchen eiförmig, eckig, fast 3spaltg. Lappen kurz, dornig-gewimpert. Köpfchen einzeln. Blth. purpurn. Wiesen, Triften.

Kohl-Kratzdistel (C. oleraceum). B. kahl, stengelumfassend, die unteren fiederspaltig. Fiederchen lanzettlich, zugespitzt, gezähnt, wie die oberen dornig-gewimpert. Köpfchen endständig, gefurcht. Deckbl. verbleicht. Blth. gelblich-weiß. Ganze Pflanze blaßgrün. Feuchte Wiesen; gemein.

Disteln (Carduus; XIX. 1). Hüllblättchen in eine gerade, meist dornige Spitze endigend. Blthboden spreuig-borstig. Stbgf. frei. Frucht zusammengedrückt, länglich, glatt. Haarkrone lang, vielreihig. 11 deutsche Arten.

Nickende Distel (C. nutans). St. einfach. B. buchtig-fiederspaltig, etwas wollig, dornig, beiderseits grün. Fiedern handförmig, 3—5spaltig und gezähnt. Blthst. filzig. Blthkorb nickend. Mittlere Hüllblättchen herabgenickt-abstehend. Blth. purpurn. An Wegen, gemein.

Krause Distel (C. crispus). St. ästig. B. lanzettlich, unterseits wollig-filzig, buchtig-fiederspaltig. Fieder eiförmig, 3lappig und gezähnt. Mittellappen größer. Lappen und Zähne mit starkem Dorn endend. Blthtst. dornig. Blth. dunkelpurpurn. An Wegen, häufig.

(C. defloratus). B. herablaufend, kahl oder unterseits haarig, lanzettlich, dornig-gewimpert, gezähnt-gesägt oder gesägt-kleinlappig, die untersten und obersten herablaufend. Läppchen 2spaltig. Blattstiel verlängert, nackt. Blättchen des Hauptk. lineal, dornig-stachelspitzig, von der Mitte abstehend. Blth. purpurn. Gebirgsgegenden.

Artischoke (Cynara; XIX. 1).

Gemeine Artischoke (C. Scolymus). B. etwas dornig, fiederspaltig oder ungetheilt. Hüllkelch fleischig. B. desselben eiförmig. Blth. dunkelbraun. Zum Küchengebrauche cultivirt.

Eselsdistel (Onopordon; XIX. 1).

Gemeine Eselsdistel (O. acanthium). B. elliptisch-länglich, buchtig, dornig-gezähnt, spinnwebig-wollig. Blättchen des Hüllkelchs aus eiförmiger

Basis lineal-pfriemlich, die unteren weit abstehend. Blth. purpurn. An Wegen, gemein.

Klette (Lappa; XIX. 1). Hülle fast kugelig. Hüllblätter knorpelig-borstig, spitz-hakig-gekrümmt. Blthboden spiraläslig. Stbgf. frei. Frucht rippig-kantig. Haarkrone mit scharfen Borstchen.

Gemeine Klette (Lappa major; Arctium Lappa oder L. bardana). Hüllkelch nach dem Verblühen ziemlich kahl. Hüllblättchen grün, pfriemlich-hakig, ausgespreizt, die inneren gleichfarbig. B. gestielt, breit-herzeiförmig-gezähnelt, unterseits weiß-wollig-filzig. Köpfchen einzeln, groß, dornig. Blth. purpurn. An Wegen, häufig.

Kleine Klette (L. minor). Grün, wenig wollhaarig. Hüllkelch etwas spinnwebig-zottig, innere Hüllblätter etwas gefärbt.

Filz-Klette (L. tomentosa). Graugrün, wollhaarig. Hüllkelch dicht, spinnwebig, aus röthlichen, lineal-pfriemlichen Hüllblättern gebildet.

Eberwurz (Carlina; XIX. 1). Hüllblätter fieder-dornig, die inneren trockenhäutig, ausgebreitet, einen gefärbten Strahl darstellend. Spreublättchen des Blüthenbodens borstig-schlitzig. Frucht zusammengedrückt. Haarkrone einröhrig, am Grunde in einen Ring verwachsen.

Gemeine Eberwurz (C. vulgaris). St. 2-bis mehrköpfig, doldentraubig. B. lanzettlich, buchtig-gezähnt und dornig, wie die Hülle, unterseits spinnwebig. Innere Hüllbl. strahlig, abstehend, gelblich-weiß, bis zur Mitte gewimpert und doppelt so lang als die äußeren. Blth. blaßgelb. Trockene Hügel und Berge, häufig.

Stengellose Eberwurz (C. acaulis). St. fehlend oder kurz, einköpfig. B. kahl oder unterseits etwas spinnwebig-wollig, tief-fiederspaltig. Fiederchen eckig-gelappt, gezähnt. Hülle kahl. Die strahlenden Hüllblättchen weiß. Blth. weißgelblich. Gebirgstriften.

Scharte (Serratula; XIX. 1). Hüllblätter dornlos. Blumen gleichförmig. Haarkrone pinselförmig.

Färber-Scharte (S. tinctoria). St. furchig-kantig. B. etwas rauh, geschweift-gesägt, eiförmig, ungetheilt oder leierförmig oder fiederspaltig. Köpfchen doldentraubig. Blth. purpurn. Feuchte Waldwiesen.

Flockenblume (Centaurea). Hüllblätter ziemlich groß. Rand trockenhäutig-wimperig, an der Spitze oft mit einfachen oder fiederästigen Dornen oder Anhängseln. Randblüthen trichterig, größer als die inneren Scheibenblüthen. Frucht mit mehrröhriger Haarkrone. (XIX. 3.)

Kornblume (C. cyanus). St. vieläslig. B. lineal-lanzettlich, die untersten an der Basis gezähnt. Wb. verkehrt-eilanzettförmig ungetheilt in 3sp. B. des Hüllkelchs geschwärzt-berandet, gesägt-fransig. Haarkrone wenig kürzer als das Früchtchen. Randblth. blau, die in der Mitte violett. Unter der Saat.

Gemeine Flockenblume (C. jacea). B. lanzettlich, ungetheilt oder die

unteren entfernt-buchtig oder fiederspaltig. Haarkrone fehlend. Anhängsel den ganzen Hüllkelch bedeckend, trockenhäutig, braun, eiförmig, ungetheilt, zerrissen oder kammförmig-gefranset. Blth. purpurn. Trockene Wiesen.

Scabiosenartige Flockenblume (C. scabiosa). B. fiederspaltig oder doppelt-fiederspaltig, etwas wollig, außerdem rauh oder kahl. Anhängsel des Hüllkelchs groß, schwarz. Haarkrone etwa so lang als das Früchtchen. Blth. dunkelroth. Wiesen, Aecker, häufig.

Dritte Unterordnung. Zungenblüthige.

Blth. sämmtlich zungenförmig und zwitterig. Dornlose Pflanzen.

Rainkohl (Lapsana). Hüllblätter zwitterig. Frucht aufrecht, frei, nicht von einem Hüllkelche eingehüllt. (XIX. 1.)

Gemeiner Rainkohl (L. communis). B. gezähnt, die unteren leierförmig, mittlere mit einem Endlappen. St. ästig-rispig. Blth. gelb. Wege, Aecker, häufig.

Lämmersalat (Arnoseris; XIX. 1).

Kleinster Lämmersalat (A. pusilla oder minima). St. blattlos, 1—3köpfig. Blthstiel oberwärts keilig-verdickt, röhrig. B. verkehrt-eiförmig-länglich, gezähnt. Blth. gelb. Sandäcker.

Cichorie (Wegwarte; Cichorium). Hüllblätter zweireihig, äußere kürzer, locker gestellt, innere länger. Frucht birnförmig, kantig, gestielt. Fruchtkrone aus stumpflichen Spreublättchen gebildet.

Gemeine Cichorie (C. intybus). Kurz-steifhaarig. St. starr, gefurcht. Wb. schrotsägig-fiederspaltig, blüthenständig. B. lanzettlich. Köpfchen zu zwei oder mehren zusammengestellt, sitzend oder gestielt. Haarkrone weit kürzer, als das Früchtchen. Trockene Triften.

Endivien (C. endivia). Kahl. Aeste hin- und hergebogen. Köpfchen wie vorher. Wb. buchtig-geschweift oder gezähnelt, kraus. Blüthenständige B. breit-eiförmig. Haarkrone 4mal kürzer als das Früchtchen. Blth. blau. Aus Indien. Salatpflanze.

Ferkelkraut (Hypochoeris). Hülle ziegeldachig. Frucht in einen Schnabel verlängert, die randständige ist ungeschnabelt. Haarkrone zweireihig, äußere Borstchen kürzer, innere länger, fiederig. (XIX. 1.)

Kahles Ferkelkraut (H. glabra). St. ästig, kahl, blattlos. Blth. so lang als der Hüllkelch. Die mittelständigen Früchtchen lang-geschnäbelt, die randständigen schnabellos oder alle geschnäbelt. Blth. gelb. Sandboden.

Langwurzeliges Ferkelkraut (H. radiata). St. ebenso, aber kürzer. Blth. länger als der Hüllkelch. Früchtchen sämmtlich lang-geschnäbelt. B. gelb, außen grün.

Löwenzahn (Leontodon) oder Pfaffenröhrlein (Taraxacum). B.

kerb-vieltheilig. Hülle doppelt, äußere Blättchen kürzer, ziegeldachig, innere länger. Frucht ungeflügelt, mit Schnabel. (XIX. 1.)

Gemeiner Löwenzahn (L. taraxacum oder T. officinale). St. röhrig, oft wellig, blattlos. Nur Wb. länglich oder lineal-lanzettlich, schrotsägig, selten ganzrandig. Untere Hüllblätter zurückgeschlagen. An Wegen und auf Wiesen, gemein.

Bocksbart (Tragopogon). Hülle einreihig. Frucht lang-geschnabelt. Haarkrone aus gefiederten steifen Borsten gebildet. (XIX. 1.)

Wiesen-Bocksbart (T. pratensis). B. aus breiter Basis lineal-lanzettlich, pfriemlich zulaufend, kahl. Blthst. gleich, unter dem Köpfchen wenig verdickt. Hüllkelch 8blätterig, Blättchen oberhalb der Basis quer-eingedrückt. Blth. so lang als der Hüllkelch oder kürzer, gelb. Wiesen und Triften, gemein.

Haferwurz (Scorzonera). Hülle ziegeldachig-mehrreihig. Frucht ungeschnäbelt, ungestielt. Haarkrone aus gefiederten Borsten gebildet. (XIX. 1.)

Niedere Haferwurz (S. humilis). Wb. länglich-lanzettlich oder lineallanzettlich, die wenigen N.-B. schmäler. St. wellig, 1—3köpfig. Hüllkelch halb so lang als die Blth., die äußeren Blättchen ei-lanzettförmig, zugespitzt, an der Spitze selbst stumpf. Früchtchen glatt. Blth. gelb. Feuchte Wiesen.

Salat, Lattich (Lactuca). Blumenkörbchen armblätterig. Hülle ziegeldachig, mehrreihig. Frucht zusammengedrückt, ungeflügelt, mit fast haarfeinem Schnabel. Aeste doldentraubig-rispig. (XIX. 1.)

Garten-Salat (L. sativa). B. länglich-ganzrandig, mit pfeilförmiger Basis, gezähnelt oder fiederspaltig. Mittelrippe unterseits glatt. Schnabel der Früchte weiß, wenigstens so lang wie die Frucht. Blth. gelb.

Gift-Lattich (L. virosa). Hauptäste rispig, ausgespreizt. B. stachelspitzig, keil-länglich, stumpf, ungetheilt oder buchtig, die oberen zugespitzt, auf der Mittelrippe stachlig. Früchte breit-ausgerandet, an der Spitze kahl. Blth. gelb. Gebirgsgegenden.

Zaun- oder wilder Lattich (L. scariola). B. stachlig, spitz, fiederspaltig-schrotsägig, selten ungetheilt, rauh, die Mittelrippe ebenfalls stachlig. Frucht schmal berandet, an der Spitze borstig-flaumig. Blth. gelb. Gebirge.

Gänsedistel (Sonchus). Blumenkörbe vielblüthig. Hülle ziegeldachig-mehrreihig. Blüthenboden nackt. Frucht mehr oder weniger zusammengedrückt, gestützt. Haarkrone mehrreihig. (XIX. 1.)

Glocken- oder Garten-Gänsedistel (S. oleraceus). St. ästig. Aeste doldentraubig. B. länglich-schrotsägig, streng-fiederspaltig oder ungetheilt. N.-B. am Grunde herzförmig, mit zugespitzten Oehrchen. Hüllkelch kahl. Früchtchen querrunzlig. Blth. gelb. In Gräben, auf Aeckern, Schutt, gemein.

Rauhe Gänsedistel (S. asper). Oehrchen der N.-B. abgerundet. Früchte glatt, berandet. Ebendaselbst.

Acker-Gänsedistel (S. arvensis). St. einfach, an der Spitze dolden-

traubig, kurzästig. B. am Grunde herzförmig, stachelspitzig-gezähnt, die unteren mehr lanzettlich-schrotsägig. Hüllkelch nebst Blthst. drüsig-behaart. Früchtchen riefig, kriechend. Aecker. Lästiges Unkraut.

Pippau (Crepis; XIX. 1). 18 deutsche Arten, ästig, milchend, meist fiederspaltig oder schrotsägig.

Gemeiner Pippau (C. tectorum). St. beblättert, doldentraubig. Wb. lanzettlich-gezähnt oder schrotsägenförmig, fiederspaltig, lineal-sitzend, pfeilförmig, am Rande zurückgerollt. Blättchen des Hüllkelchs lanzettlich, rauh, nach vorne verschmälert und nebst dem Blthst. grauflaumig, die äußeren lineal, etwas abstehend, die inneren auf der innern Oberfläche etwas behaart. Früchtchen fast geschnäbelt. Aecker.

Zweijähriger Pippau (C. biennis). Steifhaarig. Wb. schrotsägig oder fiederspaltig-gezähnt. Stb. am Grunde geöhrt-gezähnt. Hüllblättchen weißrandig, meist schwarzborstig, die inneren auf der innern Seite glänzend, seidenhaarig, die äußeren abstehend. Wege und Wiesen, gemein.

Veränderlicher Pippau (C. polymorpha). B. lanzettlich, grob-gezähnt. Stb. am Grunde pfeilförmig eingeschnitten-gezähnt bis fiederspaltig, die oberen lineal, flach. Fruchtboden nackt, äußere Hülle angedrückt, sehr klein, lineal, auf der Innenseite kahl. Blth. gelb, äußere orangegelb, gestreift. Aecker, gemein.

Habichtskraut (Hieracium). Blumenkorb vielblüthig. Hülle ziegeldachig. Blüthenboden kurzhaarig. Frucht birnförmig, vielriefig. (XIX. 1.)

Gemeines Habichtskraut (H. pilosella) (Mauseöhrchen). St. nackt, einköpfig. Wurzel faserig, wie abgebissen, beblätterte Ausläufer treibend, die blüthentragenden in einköpfigen oder gabelig 2—3köpfigen Blattstiel verlängert. Hüllkelch kurz, walzig, verkehrt-eiförmig-lanzettlich, rauhharig, unterseits weißlich filzig. Hüllchen lineal-pfriemlich, borstig behaart. Blkr. schwefelgelb, unterwärts rothstreifig. Waldränder, sonnige Hügel.

Mauer-Habichtskraut (H. murorum). Wurzelstock walzig, länglich, einen Blattbüschel treibend. B. eirundlich, mehr oder weniger gezähnt, oft im Grunde herzförmig, gestielt, behaart, die obersten verschmälert. Blumenkörbe ziemlich groß. Hüllblättchen lineal-lanzettlich, wie die Blüthenäste graufilzig und mit zerstreuten Drüsenhärchen besetzt, goldgelb. Auf Mauern, Felsen.

Ohr-Habichtskraut (H. auricula). St. nackt oder einblätterig, 2- bis 5köpfig, doldentraubig. Ausläufer liegend, verlängert, gabelig, 2- bis mehrköpfig. B. lanzettlich, zerstreut, borstig-behaart. Blth. gleichfarbig, gelb. Wiesen, Triften.

Wiesen-Habichtskraut (H. pratense). St. unterwärts armblätterig, von verlängert schlanken Haaren, rauhhaarig, oberwärts schwarz, drüsig, vielköpfig, gedrungen, doldentraubig. Blthstielchen fast gekräuselt. B. lanzettlich-borstig. Blth. gelb. Hügel, torfhaltige Wiesen.

Zweite Familie. Spitzkletten (Ambrosiaceae). Blüthen eingeschlechtig. Stbgf. frei oder einbrüderig. Frucht von erhärtetem Fruchtkelch eingeschlossen.

Spitzklette (Xanthium; XXI. 5).

Gemeine Spitzklette (X. strumarium). Untere B. herzförmig, 3—5-lappig-gezähnt. St. dornlos, ästig. Fruchthülle mit gradem Schnabel, auf dem Rücken mit hakig-gekrümmten Stacheln. Blth. grün. Aecker, Wege.

Zwei und dreißigste Ordnung. Gehäuftblüthler (Aggregatae).

K. frei oder mit dem Fruchtknoten verwachsen, oberständig. Blkr. in der Knospe dachig. Stbgf. frei. Frucht meist einsamig, eine Schließfrucht, Karyopse oder mehrsamige Kapsel.

Erste Familie. Wegeriche (Plantagineae). Blkr. regelmäßig, trockenhäutig, mit 4spaltigem Saume. Fruchtknoten frei. Blth. in Aehren oder Köpfchen.

Wegetritt (Plantago; IV. 1). B. ungetheilt. Kelch tief 4theilig. Stbgf. 4. Gr. fädlich. Kapsel rundum aufspringend.

Großer Wegetritt (P. major). B. eirund, langgestielt. Aehre lang gestreckt. Aehrenstiel so lang wie die B., grünlich. An Wegen, gemein.

Mittlerer Wegetritt (P. media). B. elliptisch, kurzgestielt, 7—9-nervig. Aehrenstiel länger als die B. Aehre kurz gedrungen, röthlichweiß. Ebendaselbst.

Lanzettblätteriger Wegetritt (P. lanceolata). B. lanzettlich, flach, 3—5nervig. St. gefurcht. Aehre lanzettlich-walzig, gedrungen, bräunlich-weiß. Ebendaselbst.

Zweite Familie. Bleiwurzgewächse (Plumbagineae). Blkr. regelmäßig, 5theilig. Stbgf. 5. Blth. in Aehren oder Köpfchen.

Strandnelke (Statice; V. 5).

Gemeine Grasnelke (S. armeria). B. lineal, grasartig, 1nervig, äußere Hüllblättchen haarspitzig. St. einköpfig, roth oder weiß. Feuchte Wiesen.

Dritte Familie. Karden (Dipsaceae). K. doppelt, den Fruchtknoten eng umschließend. Stbgf. 4. Blth. in spreublätterigen Köpfchen.

Scabiosen (Scabiosa; IV. 1). Fruchtboden spreuig. Hüllblättchen sternförmig. Hüllkelch gezähnt oder in einen trockenhäutigen Saum endigend. Frucht einsamig, nicht aufspringend.

Sumpf-Scabiose oder Teufelsabbiß (S. succisa). Wb. eirund. Stb. länglich-lanzettlich, gesägt. Wurzel abgebissen, außer K. krautig, 4lappig, Saum des inneren K. mit 5 Borsten. Blth. blau. Wiesen.

Acker-Scabiose (S. arvensis). Fruchtboden rauhhaarig. Stb. fiederspaltig. St. rückwärts steifhaarig. Blth. blau. Felder, Wiesen, gemein.

Tauben-Scabiose (S. columbaria). Stb. bis auf die Mittelrippe fiederspaltig, die oberen fiederschnittig. Wb. umgekehrt-eirund, spatelig, ungetheilt bis leierförmig, gefiedert. K. glockig, radförmig.

Kardendistel (Dipsacus; IV. 1). Hüllblättchen sternförmig ausgebreitet, Hüllchen schwach ausgerandet.

Gemeine Kardendistel (D. sylvestris). B. sitzend, gekerbt-sägig, meist zerstreut, stachelig oder kahl. Spreublättchen biegsam. Blth. weiß oder lilla. Sehr gemein.

Bei der geschlitzten Kardendistel (D. laciniatus) sind die B. borstig-wimperig, die unteren lappig-gekerbt, die übrigen fiederschlitzig. Hüllblättchen lanzettlich-pfriemlich.

Bei der Weberdistel (D. fullonum) sind die Spreublättchen starr. Blth. blaßroth.

Bei der behaarten Kardendistel (D. pilosus) sind die B. gestielt, am Grunde geöhrt. Spreublättchen gerade. Blth. gelb.

Vierte Familie. **Baldriane** (Valerianeae). K. einfach mit dem Fruchtknoten verwachsen, letzterer 3fächerig. Blth. in Scheindolden. B. gegenständig.

Baldrian (Valeriana; III. 1). 12 deutsche Arten. Blth. zwitterig. Blkr. röhrig. trichterig. Frucht einfächerig, kantig.

Gebräuchlicher Baldrian (V. officinalis). B. gefiedert. Blättchen 7—10paarig, lanzettlich-sägig, ohne Ausläufer. Blth. fleischroth. Berge und Bachufer.

Kleiner Baldrian (V. dioica). Wurzel mit Ausläufern. Wb. ungetheilt, eiförmig oder spatelig. Stb. fiederschnittig. Fetzen schmal-lanzettlich. Blth. weiß oder röthlich.

Feldsalat (Fedia; III. 1).

Gemeiner Feldsalat (F. olitoria oder Valerianella olitoria). St. gabelästig. B. gegenständig, zungenförmig. Kelchsaum undeutlich, dreizähnig. Blth. weiß oder bläulich. Brachäcker. Rapunzelsalat.

Bei dem gezähnten Feldsalat (V. dentata) ist der Kelchsaum mehr gezähnt. Blth. röthlich.

Blumenkronenlose Dikotyledonen (Apetalae) mit einfacher Blüthendecke oder nackt.

Drei und dreißigste Ordnung. **Proteen** (Proteïneae).

Blüthendecke regelmäßig beiderseits gefärbt. Frucht ein- bis vielsamig.

Erste Familie. **Seideln** (Thymelaeae). Fruchtknoten frei, oberständig. S. hängend. Blth. röhrig, gefärbt. Frucht eine Beere.

Seidelbast (Daphne; VIII. 1).

Gemeiner Seidelbast oder Kellerhals (D. mezereum). 2—4 Fuß hoher Strauch. B. lanzettlich. Blth. seitenständig, tellerförmig, sitzend, eher als die B. erscheinend, rosenroth, von süßlichem Geruch. Beeren mennigroth, giftig. Gebirgswälder.

Vier und dreißigste Ordnung. Buchweizenartige (Fagopyrinae).

Blth. meist zwitterig. Blüthendecken meist regelmäßig im Innern gefärbt. Frucht einsamig. Keim gekrümmt.

Erste Familie. **Knöteriche** (Polygoneae). An dem Blattstiel mit verwachsenen Nebenblättern versehen, welche gleichsam eine Tute bilden.

Ampfer (Rumex). Blüthendecke 6blätterig. Stbgf. 6. Fruchtknoten 3eckig. Frucht dreiseitige Nuß, Karyopse von den inneren Blth. Deckblättchen Klappen.

Gemeiner Ampfer (R. acetosa). B. verdeckt, spieß- oder pfeilförmig. N.-B. zerschlitzt. Klappen mit herzförmiger Schuppe, die äußere zurückgeschlagen. Wiesen, Weiden.

Kleiner Ampfer (R. acetosella). B. lineal-lanzettlich. Klappen eirundlich, ohne Schuppen und Schwiele. Daselbst.

Krauser Ampfer (R. crispus). B. wellig, kraus, spitz. Klappen fast herzförmig. An Wegen; häufig.

Fluß-Ampfer (R. hydrolapathum). B. lineal-zugespitzt. Wb. mit zernagtem braunen Rande. Blattstiele oberseits flach. Klappe 3eckig-herzförmig, mit Schwielen.

Riesen-Ampfer (R. maximus). Blattstiel oberseits flachrinnig. Wb. schief-eiförmig oder elliptisch. Eine Abart der vorigen.

Wasser-Ampfer (R. aquaticus). Der vorigen Art ähnlich, aber B. herz-eirund, spitz. Klappen ohne Schwielen, herzförmig. Blattstiel schmalrinnig. Nasse Wiesen ꝛc.

Gemüse-Ampfer (R. patientia). Unterste B. eilanzettlich-zugespitzt, meist etwas wellig. Klappen rundlich-herzförmig, stumpf, eine derselben mit Schwiele. Blattstiel rinnig. Küchengewächs.

Wiesen-Ampfer (R. pratensis). Klappe eirundlich, fast so breit als lang, mit Schwielen, stumpf. Scheinquirle genähert. B. herzförmig-länglich. Auf Wiesen.

Knöterich (Polygonum). Blüthendecke inwendig gefärbt, tief 4- und 5spaltig, zusammengedrückt oder stumpf-3kantig. Fruchtknoten 3seitig. Stbgf.

5—8. Frucht nußartig, von der Form des Fruchtknotens (VIII. 3). 12 deutsche Arten.

Wiesen-Knöterich (P. bistorta). St. einfach, mit einer Endähre. B. länglich-eiförmig, am Rande wellig. Blattstiel geflügelt. Blth. rosenroth. Nasse Wiesen.

Vogel-Knöterich (P. aviculare). St. ästig, aufstrebend. B. lanzettlich. Blattscheiden meist 6nervig. Blumenblatt achselständig. An Wegen; gemein.

Buchweizen (P. fagopyrum). St. aufrecht. Blth. in einfachen Trauben, Nüsse an den Kanten ganzrandig, roth oder weiß. Cultivirt.

Windender Knöterich (P. convolvulus). St. kantig-gefurcht, windend. Die drei inneren Zipfel der Blüthendecke stumpf-eckig-gekielt, grünlich. Aecker; häufig.

Pfirsichblätteriger Knöterich (P. persicaria). B. eiförmig-elliptisch. Tuten rauhhaarig, lang gewimpert. Aehren länglich, walzig, gedrungen. Blthst. nebst K. drüsenlos. Stbgf. 6. Blth. weiß bis rosenroth.

Beim Wasser-Knöterich (P. amphibium) sind die B. flach und ganzrandig, breit, länglich-lanzettlich. Aehren walzig.

Beim ampferblätterigen Knöterich (P. lapathifolium) sind die Tuten kahl oder weichhaarig-wollig. Blthst. nebst K. drüsig-grau, roth oder grün. Hierher gehört auch die Gattung Rhabarber (Rheum).

Fünf und dreißigste Ordnung. Nesselartige Gewächse (Urticinae).

Blth. meist eingeschlechtig, gehäuft. Blüthendecke fehlend oder sehr klein, grün. Frucht einsamig. Eine Nuß, Stein- oder Schlauchfrucht.

Erste Familie. Eigentliche Nesseln (Urticeae). Früchte trocken. Samen aufrecht. Blth. meist 1- oder 2häusig.

Nessel (Urtica; XXI. 4).

Kleine Brennnessel (U. urens). B. oval, eingeschnitten-gezähnt. Blth. kürzer als der Blattstiel.

Bei der großen Brennnessel (U. dioica) sind die B. länglich-herzförmig-zugespitzt, grob-gesägt. Blüthenrispen länger als der Blattstiel.

Aufrechtes Wandkraut (Parietaria officinalis; IV. 1). St. aufrecht, einfach. B. länglich-eiförmig. Auf Schutt. — Hierher gehört auch der gemeine Hanf (Cannabis sativa; XXII. 5) mit gefingerten B. und sägiglanzettlichen Blättchen. Männliche Pflanzen kleiner. Cultivirt.

Ferner der gemeine Hopfen (Humulus lupulus) mit 3—5lappigen, grob-gesägten B. und sich links windendem St. (XXII. 5).

Sechs und dreißigste Ordnung. Weidenartige Gewächse (Iteoïdeae).

Blth. eingeschlechtig, zweihäusig in Kätzchen. Blüthendecke fehlend. Frucht 2klappige mehrsamige Kapsel.

Erste Familie. **Echte Weiden** (Salicinae). Bäume oder Sträuche mit spiralständigen abfälligen B. und freien meist hinfälligen Nebenblättchen. Samenträger wandständig. S. mit einem Haarschopfe. Die übrigen Charaktere wie in der O. angegeben.

Weide (Salix). Blth. in 2häusigen Kätzchen. Deckschuppen ganzrandig, 1blüthig, ziegeldachig. Befruchtungsorgane nackt, am Grunde mit einer Honigdrüse. Stbgf. 2, selten 1, 3, 5 oder mehrere. Fruchtknoten einzeln. Kapsel 1fächerig, 2klappig, vielsamig (XXII. 2).

Bruchweide (S. fragilis). B. lanzettlich-zugespitzt, grob-gesägt. Sägezähne der B. sehr groß, einwärtsgebogen. Wb. stumpflich.

Gemeine oder weiße Weide (S. alba). B. lanzettlich. N.-B. ebenfalls. Deckschuppen von der Länge des Griffels. Gr. sehr kurz. Narben ausgerandet. Bei beiden Arten 2 Stbgf.

Lorbeerweide (S. pentandra). B. eirund-elliptisch-spitz. N.-B. eirund, gerade. Kapsel länger als die Honigdrüse. 5—10 Stbgf. Narbe 2spaltig, gewimpert. Bei sämmtlichen 3 Arten Kätzchenschuppen vor der Fruchtreife abfallend. Aeste zur Blüthezeit sehr brüchig, daher Knappweiden.

Mandelblätterige Buschweide (S. amygdalina). Kätzchen bleibend, kurz-gewimpert. Stbgf. 2—3. B. lanzettlich, kahl. N.-B. halb herzförmig. Deckschuppen kahl. Griffel sehr kurz. Narbe wagerecht-ausgespreizt. Bei allen 4 Arten sind Kätzchenschuppen gleich gelblichgrün und erscheinen mit den B. zugleich.

Purpurweide (S. purpurea). Kapsel sitzend, filzig. Kätzchen vor den B. erscheinend. Honigdrüse bis auf den Fruchtboden hinaufreichend. Gr. kurz. Narbe eiförmig durch zusammengewachsene Stbgf. einmännig. Stbt. purpurn, nach dem Verblühen schwarz. B. lanzettlich, nach vorn breiter, zugespitzt, kleingesägt, später kahl. N.-B. halb herzförmig, meist fehlend. An Ufern, nassen Stellen.

Bei der Korbweide (S. viminalis) sind die Stbl. nach dem Verblühen gelb. Kapsel filzig. Stbgf. 2. B. ganzrandig, unterseits glänzend, seidenhaarig. N.-B. lineal-lanzettlich.

Sahl- oder Palmweide (S. caprea). Kätzchen sitzend. Kapsel gestielt. Narbe 2spaltig. Kapselstiel 4—6mal so lang als die Honigdrüse. B. eiförmig oder elliptisch, schwach wellig-gekerbt, oberwärts kahl, unterseits filzig. Nebenblätter nierenförmig.

Pappel (Populus). Deckschuppen der Kätzchen verschlitzt, sehr locker, ziegeldachig, statt der Honigdrüse umschließt den Grund der Befruchtungsorgane

eine schief-abgestutzte Fleischhülle. Stbgf. 8 — 30. Fruchtknoten einzeln. Kätzchen erscheinen vor den B. (XXII. 5).

Silberpappel (P. alba). B. lappig-gezähnt, etwas herzförmig, unterseits weiß, filzig. Deckschuppen gelblich. Narben gekreuzt.

Zitterpappel (P. tremula). B. fast kreisrund, geschweift, zähnig, beiderseits kahl werdend. Kätzchenschuppen fingerig-eingeschnitten.

Schwarze Pappel (P. nigra). Aeste abstehend, eine breite pyramidale Krone bildend. B. 3eckig, eiförmig-zugespitzt-gesägt.

Pyramidenpappel (P. pyramidalis). Aeste aufrecht, gedrungen. B. rautenförmig, zugespitzt, gesägt, am Rande kahl, breiter als lang (P. dilatata). Ueberall in Alleen angepflanzt, aus dem Oriente stammend.

Sieben und dreißigste Ordnung. **Kätzchenbäume** (Amentaceae).

Blth. fast immer eingeschlechtig, in Kätzchen gestellt. Ohne oder mit unvollkommener Blüthenhülle. Fruchtknoten mehrere Eichen einschließend. Frucht einsamig, eine Nuß, Steinfrucht oder Karyopse.

Erste Familie. **Birken** (Betulaceae). Blth. einhäusig, männlich und weiblich, in Kätzchen. Nüßchen ohne Becherhülle. Aeste beblättert. Fruchtknoten frei (XXI.).

Birke (Betula). Männliche Kätzchen sitzend, weibliche gestielt. Fruchtknoten liefert kleine, flügelrandige Kernfrüchtchen.

Weiß- oder Maibirke (B. alba; XXI. 5 — 10). Aeste aufrecht. Zweige glatt, glänzend rothbraun, wie B. und Knospen kahl. B. rautenförmig-3eckig bis eiförmig, lang zugespitzt, fast doppelt-ungleich-sägig. Samenflügel von doppelter Breite des Samens.

Weichhaarige Birke (B. pubescens). Aeste aufrecht, junge Zweige, Knospen, weibliche Kätzchenschuppen und B. weichhaarig, letztere kurz-zugespitzt, wie vorher. Samenflügel so breit als der Samen.

Erle (Alnus). Kätzchen alle gestielt. Deckschuppen der männlichen 3- bis 4theilig. Blth. Hüllschuppen tragend, an den weiblichen keil- oder fächerförmig (XXI. 4).

Gemeine oder schwarze Erle (A. glutinosa). B. rundlich, sehr stumpf, oben gestutzt oder buchtig ausgerandet, mit keiligem Grunde, gesägt, kahl, in der Jugend gekerbt, nur unterseits in den Aderwinkeln bärtig. Kätzchen vor den B. Deckschuppen des Fruchtkätzchens fächerartig. Frucht dick, breit, eiförmig, mit schmalem, dickem Rande.

Graue Erle oder Eller (A. incana). B. eirund-elliptisch-zugespitzt, doppelt-gesägt, unterseits weißhaarig, bläulich-grün, später grau-grün, fast kahl, ohne bärtige Aderwinkel. Frucht ziemlich platt, mit breitem undurchsichtigen dickhäutigen Flügelrande.

Zweite Familie. **Hüllfrüchtler** (Cupuliferae). Aeste beblättert. Blth. einhäusig, männliche in Kätzchen, weibliche einzeln, gehäuft oder in Aehren. Fruchtknoten mit Blüthenhülle überzogen und verwachsen.

Buche (Fagus; XXI. 5—10).

Gemeine oder Rothbuche (F. sylvatica). B. elliptisch, kahl, am Rande undeutlich gezähnt, gewimpert. — Die Blutbuche ist eine Spielart.

Gemeine Hainbuche oder Weißbuche (Carpinus betulus). B. eiläng=lich=zugespitzt, doppelt=sägig. Schuppen des Fruchtkätzchens 3theilig. Zipfel lanzettlich.

Eiche (Quercus; XXI. 5—10).

Stiel= oder Sommer=Eiche (Q. robur oder Q. pedunculata). B. beiderseits kahl, meist sehr kurz=gestielt, länglich=verkehrt=eiförmig, an der Basis tief ausgerandet, buchtig oder fiederspaltig. Eicheln traubig, am Ende eines langen Stieles.

Stein= oder Winter=Eiche (Q. sessiflora). B. gestielt, an der Basis ausgerandet, buchtig=gelappt, mit abgerundeten stumpfigen Lappen. Eicheln dicker, auf kurzem Stiele sitzend. — Hierher gehören ferner folgende nichtdeutsche Eichenarten mit ausdauernden B.:

Die Kork=Eiche (Q. suber) Südeuropa. Färber=Eiche (Q. tinctoria) Nordamerika. Scharlach= oder Kermes=Eiche (Q. coccifera) ein immer grüner europäischer Strauch. Die Gall=Eiche (Q. infectoria) ein Baum Kleinasiens.

Haselstrauch (Corylus; XXI. 5—10). Männliche Kätzchen lang, walzig, weibliche Kätzchen knospenförmig, mit rothen, fädlichen Griffeln.

Gemeiner Haselstrauch (C. avellana). B. herz=eiförmig, rund zu=gespitzt. Fruchthülle glockig, etwas abstehend, gerissen=gezähnt, kürzer als die Nuß. Bei der Lambertsnuß (C. tubulosa) ist die Fruchthülle röhrig=walzig, so lang wie die Nuß, mit verengtem Saume. — Hierher gehört auch die echte oder Maronen=Kastanie Südeuropas, mit länglich=lanzettlichen B. und flachen Nüssen in stacheligen Hüllen.

Dritte Familie. **Wallnußbäume** (Juglandeae). Blth. einhäusig, männliche in Kätzchen, weibliche zu 1—3 mit fleischiger Steinfrucht.

Gemeiner Wallnußbaum (Juglans regia; XXI. 5—10). B. un=paar=gefiedert. Blättchen meist zu 9, oval. Frucht kugelig, grün, endlich schwarz.

Vierte Familie. **Ulmen** (Ulmaceae). Blth. zwitterig, bündelig oder traubig. Aeste beblättert. Flügelfrucht einsamig, mit breitem Hautrande.

Rüster (Ulmus; V. 2).

Gemeine Ulme oder Feldrüster (U. campestris). B. wechselständig,

2zeilig gestellt, eirund, länglich, doppelt-gesägt. Blth. fast sitzend. Flügelfrucht oval, kahl. Bergwälder.

Acht und dreißigste Ordnung. Zapfenbäume, Nadelhölzer (Coniferae).

Blth. eingeschlechtig, 1- oder 2häusig, die männlichen in Kätzchen. Fruchtknoten oberständig. Frucht meist ein Zapfen.

Erste Familie. **Fichten** (Abietineae; XXI. Monadelphia). B. einfach, nadelförmig, männliche und weibliche Blth. in Kätzchen, letztere durch ziegeldachartig-gestellte Hüllschuppen das Fruchtkätzchen oder einen Zapfen (Conus) bildend. Früchte nußartig, meist einseitig, randflügelig.

Tanne (Abies). Männliche Kätzchen einzeln zwischen den einzelnen immer grünen B. sitzend. Zapfenschuppen dünn, an der Spitze weder dünn noch höckerig. Samenlappen spiralständig.

Gemeine Fichte oder Tanne, Rothtanne (A. excelsa, Pinus abies; XX. 2). Nadel steif, 4kantig, stachelspitzig, einzeln. Zapfen keglig-walzig, hängend. Schuppen rautenförmig, an der Spitze ausgeschnitten.

Edeltanne, Weißtanne (A. pectinata, Pinus picea). Nadel breit, flach, an der Spitze zugerundet und flach-ausgerandet, zweizeilig, kammförmig, unterseits mit zwei weißen Furchen. Zapfen walzig, aufrecht. Schuppen umgekehrt-eirund-stumpf.

Lärche (Larix). Männliche Kätzchen einzeln. Nadeln büschelig (XXI. 2).

Gemeine Lerchentanne (L. europaea, Pinus larix). Die büscheligen Nadeln weich und krautig, etwas rinnig, alle Jahre abfallend. Zapfen eiförmig, aufrecht. Schuppen sehr stumpf. Gebirgswälder, vielfach angepflanzt. — Hierher gehört auch die Ceder vom Libanon (Cedrus).

Kiefer oder **Fichte** (Pinus). Zapfenschuppen am oberen Ende verdeckt, eckig, genabelt oder stachelspitzig, männliche Kätzchen am Griffel der Aeste straußartig gehäuft.

Gemeine Kiefer, Föhre (P. sylvestris). Nadel steif, abstehend, bleibend. Zapfen eiförmig, zurückgekrümmt. Samenflügel 3mal so lang wie der Samen. Die tiefen Wälder des nördlichen Europas bildend.

Die Zwergkiefer (P. pumilio) zeichnet sich durch niederliegende und dann aufspringende Aeste, angedrückte Nadeln und fast kegelförmige Zapfen aus.

Die Weymouthskiefer (P. strobus) hat dünne, sehr schlanke 3kantige Nadeln und walzige Zapfen.

Die Pinienkiefer (P. pinia), mit halbstielrunden Nadeln, ein Baum von etwa 60 Fuß Höhe, ist in Südeuropa einheimisch.

Zweite Familie. **Cypressen** (Cupressinae). Männliche und weibliche Blth. in Kätzchen, letztere einen Zapfen oder Beere bildend, aufrecht, frei. Zapfen kein. B. einfach-gekreuzt, gegenständig.

Gemeiner Wachholder (Juniperus communis; XXII. 5). B. zu 3, einwärts-gekrümmt, lanzettlich, lineal, stechend, immer grün. Beeren kugelig, schwarz.

Sadebaum (J. Sabina). B. rautenförmig, spitz, 4reihig, dicht, dachig-zugespitzt. Beeren an zurückgekrümmten Blthst. hängend, blau (XXI. 5—10).

Gemeiner oder **abendländischer Lebensbaum** (Thuja occidentalis). Mit 4reihig, dicht-dachigen B., welche auf der Mitte des Rückens einen Höcker haben mit wagerecht ausgebreiteten Zweigen. Nordamerika. Bei uns in Anlagen.

Der morgenländische Lebensbaum (Th. orientalis) hat aufrechte Zweige und die B. sind mit einer Mittelfurche versehen.

Cypresse (Cupressus; XXI. 5—10).

Gemeine Cypresse (C. sempervirens). Aeste aufrecht oder etwas abstehend. Zweige 4kantig. B. 4reihig-dachig, stumpf-angedrückt. Zapfen fast kugelig, immer grün. Südeuropa, angepflanzt.

Dritte Familie. **Eiben** (Taxineae). B. einfach-ungetheilt. Männliche Blth. in Kätzchen, weibliche einzeln, mit dachigen Schuppen. Frucht Zapfenbeere.

Eibe (Taxus; XXII. Monadelphia).

Gemeine Eibe (T. baccata). B. genähert, lineal, flach, stachelspitzig, oberseits dunkelgrün, mit erhabener Mittelrippe, unterseits hellgrün. Zapfenbeere eichelförmig, roth. Gebirge.

Neun und dreißigste Ordnung. **Osterluzeien** (Aristolochieae).

Blüthenhülle einfach, regelmäßig 3spaltig, oder unregelmäßig mit schiefem Saum. Fruchtknoten unterständig.

Erste Familie. **Haselwurzgewächse** (Asarineae). St. beblättert. Fruchtknoten mehrfächerig. Samenträger mittelständig. Blüthenhülle meist gefärbt.

Osterluzei (Aristolochia). Blüthenhülle verwachsen, blätterig-röhrig, über dem Fruchtknoten bauchig-erweitert. Stbgf. mit dem Gr. fest verwachsen. Kapsel 6fächerig, vielsamig (XX. 6).

Gemeine Osterluzei (A. clematitis). St. einfach-aufrecht. B. eiförmig, tief-herzförmig, gestielt, kahl. Blb. winkelständig-büschelig, gelblichweiß. Hecken und Zäune.

Runde Osterluzei (A. rotunda). Wurzel fast kugelig. St. einfach-aufrecht. B. wie vorher, aber kurz-gestielt. Blattstiel viel kürzer als der Blüthenstiel. Blth. einzeln. Lippe der Blüthenhülle oval, an der Spitze abgerundet, ausgerandet, von der Länge der Röhre, gelb, inwendig mit schwarzpurpurnen Streifen. Lippe gelbbraun. In Wäldern des südlichen Gebiets.

Lange Osterluzei (A. longa). Wurzelstock walzig. St. schlaff hingestreckt, etwas klimmend. B. gestielt, nieren-herzförmig-eirundig, ganzrandig. Blth. einzeln, sehr kurzgestielt, blaßgelb, violett oder purpurstreifig. Frucht beerenförmig. Auf Waldwiesen des südlichen Gebiets.

Die aus Nordamerika stammende, kletternde großblätterige Osterluzei (A. sipho) mit rundlich-herzförmigen B. und bräunlichen, wie ein Pfeifenkopf gekrümmten Blüthen. Wird bekanntlich zu Laubenbekleidungen benutzt.

Haselwurz (Asarum; XI. 1).

Gemeine Haselwurz (A. europaeum). B. nierenförmig-stumpf, ganzrandig, lederig. Blth. außen grün, bräunlich, innen dunkel-blutroth, gipfelständig. Wurzelstock unter der Erde fortkriechend. Laubholzwälder.

Zweite Classe. **Einsamenlappige Pflanzen** oder **Spitzkeimer** (Monocotyledones).

Vierzigste Ordnung. **Sumpflilien** (Helobiae).

Fruchtknoten frei, oberständig. S. eiweißlos.

Erste Familie. **Najaden** (Najadeae). Blth. eingeschlechtig oder zwitterig. Blüthenhülle 4theilig oder fehlend. Wasserpflanzen meist ganz untergetaucht wachsend.

Laichkraut (Potamogeton; IV. 1). Blth. in Aehren. Fruchtknoten 4. Blüthenhülle aus 4 schildförmigen Schuppen gebildet. Ueber 20 deutsche Arten.

Schwimmendes Laichkraut (P. natans). B. alle langgestielt, die schwimmenden herz-eiförmig-lanzettlich, die untergetauchten schmäler, lanzettlich.

Seegras (Zostera; XXI. 1).

Gemeines Seegras (Z. marina). B. etwa $1^1/_2$ Fuß lang, gleich breit, bandförmig, 3nervig. An Küsten.

Zweite Familie. **Wasserviolen** oder **Blumenbinsen** (Butomeae). Blüthenhülle 6blätterig. Früchtchen vielsamig.

Wasserviole oder **doldenblüthige Binsenblume** (Butomus umbellatus; V. 3). St. nackt, mit vielblüthiger schöner Dolde und rosenrothen Blth. B. grundständig, sich scheidig umfassend, lineal, flach, 3kantig. In stehenden Wassern, Teichen 2c.

Dritte Familie. **Wasserliesche** (Alismaceae). Blthhülle regelmäßig, 3blätterig. K. ebenfalls. Stbgf. unterweibig, 6 oder zahlreich, frei. Früchtchen 1—2samig, nicht aufspringend.

Froschlöffel (Alisma; VI. 4). Zwitterbl. Stbgf. 6.

Gemeiner Froschlöffel (A. plantago). Schaft quirlig-rispig. B.

herzförmig oder in den Blattstiel verschmälert, eiförmig oder lanzettlich, 5—9nervig. Blth. weiß oder röthlich, in quirligen Rispen. Frucht stumpf, 3kantig, ohne Stachelspitze. Stehende Wasser.

Pfeilkraut (Sagittaria; XXI. 5).

Gemeines Pfeilkraut (S. sagittaefolia). B. grundständig, tief-pfeilförmig. Blth. weiß, in Quirlen, eingeschlechtig. Stehende Wasser und Ufer der Flüsse.

Ferner gehört hierher die Familie der Wasserlinsen (Lemnaceae), kleine einhäusige, schwimmende Pflanzen und die Familie der Binsengewächse (Juncagineae) mit grasartigen B. und 6blättriger Blüthenhülle.

Ein und vierzigste Ordnung. **Froschbißartige Gewächse** (Hydrocharieae).

Kelch 3blätterig. Blkr. 3blätterig, regelmäßig. Blth. 2häusig, selten zwitterig. Stbgf. frei. Frucht eine saftige Beere.

Erste Familie. Hydrocharideae.

Valnisnerie (Valnisneria; XXII. 3). Schraubenförmige Valnisnerie (V. spiralis). Wasserpflanze Italiens mit linealischen, grasartigen, stachelspitzig-gezähnelten B.

Aloeblätterige Wasserscheere (Stratiotes aloides). B. schwertförmig, dreieckig, stachelig, gewimpert. Wurzel kriechend. Blth. weiß. Stehende Wasser. (XXII. 6.)

Gemeiner Froschbiß (Hydrocharis morsus ranae). B. gestielt, nierenförmig. Blth. weiß, gestielt. Stehende Wasser. (XXII. 2.)

Zwei und vierzigste Ordnung. **Aronen** (Aroideae).

Blth. eingeschlechtig und nackt oder zwitterig, in Aehren oder Kolben. Blüthenhülle aus schuppenförmigen B. gebildet oder fehlend. Stbgf. 3—6. Frucht trocken oder beerenartig.

Erste Familie. **Rohrkolben** (Typhaceae).

Blth. einhäusig, in walzigen oder kugeligen Aehren oder Kolben, die oberen Aehren männlich, die unteren weiblich. Blüthenhülle schuppenförmig. Fruchtknoten einfächerig. Stbgf. 3. Frucht trocken.

Rohrkolbe (Typha; XXI. 3).

Breitblätterige Rohrkolbe (T. latifolia). B. lineal, länger als der St., männliche und weibliche Aehre sich berührend. Kolben oben gelblich, unten schwarzbraun. Teiche und Sümpfe.

Schmalblätterige Rohrkolbe (T. angustifolia). B. unterwärts fast rinnig, männliche Aehren von den weiblichen entfernt. Ebendaselbst.

Igelkolbe (Sparganium; XXI. 3).

Aestige Igelkolbe (S. ramosum). St. ästig. B. an der Basis dreikantig, an den Seiten ausgehöhlt. Narben lineal. Gräben. S. simplex hat einfache St. und S. natans hat schwimmende, am Grunde flache B.

Zweite Familie. **Callagewächse** (Callacece). Blüthenhülle fehlend. Fruchtknoten einfächerig. B. sitzend, einen Kolben bildend. Frucht eine Beere.

Aron (Arum). Blüthenscheide einblätterig. Kolben einfach. Beeren einsamig. (XXI. 1.) (S. Figur 14 Tafel II.)

Gefleckter Aron (A. maculatum). Stengellos. B. spieß-pfeilförmig, gleichfarbig oder braun gefleckt. Kolben gerade, keulig, schwarz-purpurn, kürzer als die Blüthenscheide. Die Keule selbst ist 3mal kürzer als ihr Stiel. Beeren scharlachroth. Schattige Haine.

Drachenwurz (Calla; XXI. 1).

Sumpf-Drachenwurz (C. palustris). B. herzförmig. Blüthenscheide flach, innen weiß. Wassergräben.

Dritte Familie. **Kalmusgewächse** (Orontiaceae). Blth. mit einer 6blätterigen Blüthenhülle, in Kolben und zwitterig. Fruchtknoten 3fächerig, eine Kapsel oder Beere.

Kalmus (Acorus; VI. 1).

Gemeiner Kalmus (A. calamus). Wurzelstock kriechend, gegliedert. B. lineal, schwertförmig. Spitze des Schaftes blattig. Kolben gestreckt, kugelig, an der Seite der Schaftes, länglich, grünlich. Teiche, Wassergräben 2c. Sämmtliche Theile schmecken gewürzhaft.

Drei und vierzigste Ordnung. **Orchideen** (Orchideae).

Blth. zwitterig. Blüthenhülle 6gliederig, oberständig, unregelmäßig, meistens rachenförmig, der dritte innere Zipfel eine Lippe darstellend. Fruchtknoten einfächerig mit wandständigen Samenträgern, mit der Blüthenhülle bis in deren Zipfel verwachsen. Stbgf. mit dem Griffel in eine Säule verwachsen. (S. Figur 7a und b.)

Figur 7a und b.



Erste Familie. **Orchideae.** Blüthenhüllblätter 2reihig, das mittlere, hinterste der 3 inneren steht dem mittleren äußern gegenüber und kommt nach Drehung des Fruchtknotens meistens nach vorn zu stehen und heißt daher Unterlippe, zuweilen in einen Sporn (siehe Figur 8) ausgewachsen. Stbgf. gewöhnlich 3, jedes vor ein äußeres Blüthenhüllblatt gestellt, aber unter sich und mit dem Gr.

Figur 8.



verwachsen. Stbt. 2fächerig, jedes Fach mit einer Längsspalte aufspringend. Blüthenstaub entweder in Körnern oder in eine Pollenmasse zusammengebacken. Fruchtknoten häufig gedreht, einfächerig. Frucht kapselartig. Blth. meist in Trauben. B. längsnervig-scheidig. Wurzel sehr häufig Knollen.

Ragwurz (Orchis). Lippe in einen Sporn vorgezogen, die beiden innersten Perigonblätter sich zusammenneigend, kahl oder rauhhaarig, punktirt. Fruchtknoten gedreht oder gestielt. Griffelsäule kurz. Narbe schildförmig. (XX. 1.)

Triften-Ragwurz (O. morio). Grundständige B. länglich-lanzettlich. Stb. angedrückt, das Scheidchen darstellend. Die traubigen Aehren kurz, locker, Lippe 3lappig. Lappen breit, der mittlere ausgerandet. Sporn walzig oder fast keulig, etwa so lang als der Fruchtknoten. Zipfel des Perigons stumpf, helmartig, zusammenschließend. Knollen ungetheilt.

Gefleckte Ragwurz (O. maculata). St. markig, voll, meist 10blätterig. Lippe 3lappig. Sporn kegel-walzenförmig, kürzer als der Fruchtknoten. Seitenständige Zipfel des Perigons abstehend, obere B. deckblattartig, oberste lanzett-pfriemförmig, mittlere lanzettlich, unterste länglich. Knollen handförmig-getheilt. Blth. hell-lilla. Waldwiesen.

Breitblätterige Ragwurz (O. latifolia). Der vorigen ähnlich, aber St. innen hohl, meist 6blätterig. B. abstehend, unten oval-länglich, stumpf, oben kleiner, lanzettlich. Perigonzipfel später aufwärts zurückgeschlagen. Blth. purpurn bis weißlich. Unterlippe roth liniirt. Feuchte Wiesen, gemein. Beide Arten haben oft braungefleckte B.

Männliche Ragwurz (O. mascula). Lippe tief-3lappig, an der Basis kurzhaarig. Lappen breit, gezähnt, der mittlere mit einem Zahnzipfel des Perigons eiförmig-länglich, die zwei seitenständigen zuletzt zurückgeschlagen. Sporn kegelig, von der Länge des Fruchtknotens. Aehre locker, länglich, purpurn. B. länglich oder lanzettlich.

Braunblüthige Ragwurz (O. fusta). Lippe pinselig punktirt, 3theilig seitenständig. Zapfen lineal, der mittlere allmälig breit werdend, verkehrt-herzförmig, mit einem borstigen Zahne. Lappen eiförmig. Sporn niedergebogen, beinahe kürzer als der Fruchtknoten. B. länglich. Knollen ungetheilt, so wie auch bei der vorigen Art. Blth. braun. Bergwiesen.

Bunte Ragwurz (O. variegata). Lippe punktirt, kahl, seitenständige Zipfel länglich, der mittlere breit, verkehrt-herzförmig, alle spitz-gezähnt. Sporn halb so lang als der Fruchtknoten. Zipfel des Perigon helmartig zusammenschließend. Deckbl. halb so lang als der Fruchtknoten. Knollen ungetheilt. B. länglich. Blth. hell-purpurn. Lippe weiß, rothpunktirt. Bergwiesen.

Helmblüthige Ragwurz (O. militaris). Lippe pinselig-punktirt, 3theilig. Seitenzipfel lineal, der mittlere breiter werdend, mit borstigem Zahne. Lappen länglich, spreizend. Sporn um das Doppelte kürzer als der Fruchtboden. Zipfel des Perigons einen Helm bildend, unten zusammengewachsen. Deckbl.

viermal kürzer, als der Fruchtknoten. B. länglich. Knollen ungetheilt. Blth. hell=purpurn. Helm fast aschgrau.

Kleinblüthige Ragwurz (O. ustulata). Lippe punktirt. Seitenzipfel länglich=lineal, an der Spitze etwas gekerbt, der mittlere 2spaltig, mit einem Zähnchen. Sporn 3mal kürzer als der Fruchtknoten. Deckbl. halb so lang als dieser. B. länglich=lanzettlich. Knollen ungetheilt. Lippe weiß, die helmartigen des Perigons schwarz=purpurn.

Wanzen=Ragwurz (O. coriophora). Lippe 3spaltig. Sporn kegelförmig=gekrümmt, fast 3mal kürzer als der Fruchtknoten. Zipfel helmartig zusammenschließend. Knollen ungetheilt. Helm schmutzig=rothbraun. B. grünlich=braunroth, von starkem Wanzengeruch.

Blasse Ragwurz (O. pallens). Sporn bogig=aufsteigend. Perigonzipfel eiförmig=stumpf. Lippe schwach=3lappig, meist ganzrandig oder feingekerbt. Deckbl. so lang als der Fruchtknoten. Aehre eiförmig. B. verkehrt=eiförmig=länglich, stumpf. Knollen ungetheilt. Blth. gelblichweiß. Wälder. April, Mai.

Fliegen=Ragwurz (O. conopsea oder Gymnadenia conopsea) Nacktdrüse. Lippe 3spaltig. Lappen eiförmig=stumpf, der mittlere schmäler. Sporn fädlich, fast doppelt so lang als der Fruchtknoten. Aeußere Perigonzipfel weit abstehend. Knollen handförmig. Blth. purpurn, wohlriechend. Bergwiesen.

Wohlriechende Ragwurz (O. odoratissima oder gymnad.). Lippen und Lappen ebenso, der fädliche Sporn eben so lang wie der Fruchtknoten. Aehre walzig. Knollen handförmig. B. lineal=lanzettlich.

Zweiblätterige Ragwurz (O. bifolia oder platanthera bifolia) Breitkölbchen. Wb. 2, verkehrt=eiförmig bis lanzettlich. Sporn fadenförmig, doppelt so lang als der Fruchtknoten. Staubkolbenfächer gleichlaufend. Lippe ungetheilt, lineal. Blth. grünlichweiß. Wälder.

Ophrys; (XX. 1).

Fliegenkraut (Ophrys myodes oder muscifera). B. lanzettlich. Lippe 3theilig. Seitenlappen lineal=lanzettlich. Mittelrippe 2lappig, größer, ohne Anhängsel. Blth. einer Fliege ähnlich, außen grünlich, innen purpurbraun, in der Mitte mit einem graubräunlichen Flecke.

Einblätteriges Zweiblatt (O. ovata oder listera). Zwei einförmige scheinbar gegenständige B. Lippe lineal, 2spaltig. Blth. grün.

Herbst=Blüthenschraube (O. spiralis oder Spiranthes autumnalis). St. blattlos, bescheidet. Wb. eiförmig=seitig. Aehre schraubenförmig. Lippe verkehrt=eiförmig, ausgerandet. Blth. weiß. Bergtriften.

Kopfständel (Cephalanthera; XX. 1).

Blasser Kopfständel (C. pallens). Fruchtknoten kahl. Deckbl. länger als dieser. Perigonzipfel stumpf. B. eilanzettförmig. St. bogig=gekrümmt. Blth. gelblichweiß.

Beim schwertblätterigen Kopfständel (C. ensifolia) sind die B. lanzettlich. Deckbl. kürzer als der Fruchtknoten. Perigonzipfel spitz. Auf der Lippe der weißen Blth. ein gelber Fleck; seltener.

Sumpfwurz (Epipactis; XX. 1).

Breitblätterige Sumpfwurz (E. latifolia). B. eiförmig. Lippe in ein Spitzohr vorgezogen. Blthst. halb so lang als der birnförmige Fruchtknoten. Blth. grünlich-röthlich, purpurn. Sumpfige Waldstellen.

Rostrothe Sumpfwurz (E. rubiginosa). B. eiförmig, äußere Zipfel etwas flaumig. Höcker am Grunde der Lippe faltig, kraus. Blthhülle glockig, offen, schmutzig-violett, rostroth überlaufen (Serapias latifolia atrorubens).

Gemeine Sumpfwurz (E. palustris). B. lanzettlich. Lippe stumpf, gekerbt. Fruchtknoten keulenförmig. Blthstiel fast eben so lang als dieser. Blth. weiß, roth gestreift. Nasse Waldwiesen, gemein.

Nestwurzel (Neottia; XX. 1).

Blattlose Nestwurzel (N. nidus avis). St. hohl, blattlos aber mit Blattscheiden. Wurzel büschelig gehäuft. Pflanze überall bräunlich-weiß. Auf Baumwurzeln (Ophrys nidus avis).

Frauenschuh (Cypripedium; XX. 2).

Gemeiner Frauenschuh (C. calceolus). St. beblättert, 1—2blüthig. B. elliptisch-lanzettlich, umfassend, äußere Perigonblätter braun. Lippe bauchig, einem Schuh ähnlich, blaß-citronengelb, mit rothen Punkten. Schattige Waldstellen. Mai, Juni.

Vier und vierzigste Ordnung. **Schwertler** (Ensatae).

Blth. zwitterig. Perigon gefärbt, aus 3 äußeren und 3 wechselständigen B. zusammengesetzt. Stbgf. 3 oder 6. Fruchtknoten unterständig, mit der Röhre des Perigon verwachsen. Samenträger mittelständig. B. oft schwertförmig, am Grunde scheidig.

Erste Familie. **Schwertlilien** (Irideae). Stbgf. 3. Perigon 6theilig, gefärbt. Stbt. auswärts aufspringend (III. 1). Meistens Zwiebelgewächse.

1) **Wasser-Schwertlilie** (Iris pseudacorus). St. mehrblätterig. B. schwertförmig, lanzettlich, so lang als der St. Innere Zipfel des Perigon lineal, äußere eiförmig, bartlos. Blth. gelb. Stehende Wasser.

Deutsche Schwertlilie (I. germanica). St. vielblüthig. Blth. sehr groß. Aeußere Zipfel des Perigon länglich, verkehrt-eirund, dunkel-violett, mit gelbem Barte, die inneren breit, spatelig, heller. Röhre fast doppelt so lang als der Fruchtknoten. Blth. violett. Auf Felsen und trocknen Grasplätzen. Gartenzierpflanze.

2) **Saffran** (Crocus).

Frühlings-Saffran (C. vernus). Blthscheide einblätterig. Narbe um die Hälfte kürzer als der Saum des Perigon, violett oder gelb. Zierpflanze.

Echter Saffran (C. sativus). Blthscheide 2blätterig. Schlund des Perigon bärtig. Narbe so lang als das Perigon, lilla und purpurn. Orient.

3) **Gemeine Siegwurz** (Gladiolus communis). B. schwertförmig. Röhre des Perigon $1^1/_2$mal so lang als der Fruchtknoten. Narben bewimpert. Fasern der Wurzelschalen stark parallel, mit netzförmiger Haut überzogen. Kapsel 3kantig, roth. Südeuropa. Zierpflanze.

Zweite Familie. **Narcissen** (Amaryllideae). Stbgf. 6. Perigon 6theilig, gefärbt. Stbt. einwärts aufspringend. Fruchtknoten 3fächerig. Blth. vor dem Aufblühen in Blthscheiden eingeschlossen. Meist Zwiebelgewächse mit einem Schafte (VI. 1).

1) **Echte Narcisse** (Narcissus poeticus). B. lineal. Schaft 2schneidig, einblüthig. Nebenkrone gelb, am Rande scharlachroth, sehr kurz, schüsselförmig. Blth. weiß. Süddeutschland. Zierpflanze.

Gemeine Narcisse (N. pseudo-narcissus). Schaft 2schneidig, einblüthig. B. lineal. Nebenkrone glockig, am Rande wellig, von der Länge des Perigonzipfels. Blth. gelb, groß, wohlriechend. Bergwiesen.

2) **Frühlings-Knotenblume** (Leucoium vernum). St. einblüthig. B. lineal. Blth. weiß mit grünen Zipfelspitzen.

3) **Gemeines Schneeglöckchen** (Galanthus nivalis). Blth. weiß, innere Zipfel des Perigon gefleckt. B. lineal.

Fünf und vierzigste Ordnung. Lilien (Liliaceae).

Fruchtknoten frei, oberständig. Perigon regelmäßig, 6blätterig oder 6spaltig, blumenartig. Stbgf. 6. Frucht 3fächerig, eine Kapsel.

Erste Familie. **Kronlilien** (Asphodeleae). Blth. zwitterig. Stbt. nach einwärts aufspringend. Gr. 1 oder fehlend. (VI. 1.)

Zaunlilie (Anthericum).

Astlose Zaunlilie (A. liliago). B. lineal, etwas rinnig, aufrecht, kürzer als der ganz einfache St. Gr. abwärts geneigt. Blth. weiß. Buschige Hügel.

Aestige Zaunlilie (A. ramosum). St. ästig. B. lineal, fast flach. Gr. gerade. Blth. weiß. Gebirgige Stellen.

Milchstern oder **Vogelmilch** (Ornithogalum; VI. 1). 14 deutsche Zwiebelgewächse, deren B. wurzelständig und lineal sind.

Acker-Milchstern (O. arvense). Zwiebel aus 2 Zwiebelchen gebildet. Wb. schmal, lineal, untere 2 Deckbl. wechselständig. Blthst. dicht, zarthaarig,

mit gelben B. in zusammengesetzter Doldentraube. Stb. fehlend, die 2 blüthenständigen B. gegenständig. Auf Aeckern (Gagea arvensis).

Wald-Milchstern (O. sylvaticum oder Gagea lutea). Ein aufrechtes Wb. lineal. Zwiebel aufrecht, einzeln. Blthdeckbl. 2. Blthst. einfach, kahl, doldig. B. des Perigon stumpf, inwendig gelb. Gebüsch und Waldränder.

Wiesen-Milchstern (O. pratense). Ein Wb. 3 nackte Zwiebeln. Die 2 unteren Blthdeckbl. fast gegenständig, so lang als die Doldentraube. Blthst. kahl. Auf Wiesen.

Lauch (Allium; VI. 1). 23 deutsche Arten.

Bären-Lauch (A. ursinum). Wb. flach, elliptisch, lanzettlich. St. blattlos, stumpf, dreikantig. Dolde locker. Blth. weiß. Feuchte Laubholzwaldungen.

Scharfeckiges Lauch (A. acutangulum). St. oberwärts scharfkantig. B. flach, lineal, etwa von der Breite des St. Blthscheide 2—3spaltig, halb so lang als die Dolde. Dolde fast gleich hoch. Stbgf. so lang als der Perigon, zahnlos. Zwiebel an den querliegenden Wurzelstock angewachsen. Blth. rosenroth. Nasse Wiesen.

Gemüse-Lauch (A. oleraceum). St. bis zur Mitte von der Blattscheide bedeckt. B. halb-stielrund, rinnig, unterseits 4riefig. Blthscheide 2klappig, die eine Klappe langgeschnäbelt. Dolde zwiebeltragend. Stbgf. zahnlos, etwa so lang als das Perigon. B. des Perigon stumpf. Blth. weiß oder röthlich, mit grünen Nerven. Aecker. Cultivirt.

Hierher gehören ferner das röhrige Lauch oder die Winterzwiebel (A. fistulosum), das Schnittlauch (A. schoenoprasum), Porree-Lauch (A. porrum), Knoblauch (A. sativum), gemeine Zwiebel oder Zipolle (A. cepa), Schalotte (A. ascalonicum) u. s. w.

Lilie (Lilium).

Türkenbund-Lilie (L. martagon). B. quirlig-elliptisch, lanzettlich, am Rande rauh. St. flaumig. Blth. überhängend. Perigon zurückgerollt, fleischroth, braun punktirt. Laubwälder.

Feuer-Lilie (L. bulbiferum). B. zerstreut. Blth. aufrecht. Perigon glockig, inwendig mit fleischigen Warzen, grau. Blth. safranfarbig. Alpenpflanze. In Gärten; häufig.

Hierher gehört auch die sehr beliebte wohlriechende weiße Lilie (L. candidum), aus Palästina stammend.

Tulpe (Tulipa).

Wilde Tulpe (T. sylvestris). St. einblüthig, kahl. Blth. vor dem Aufblühen überhängend. B. des Perigon zugespitzt, die inneren wie Stbgf. am Grunde bärtig, gelb. Bergwaldungen.

Garten-Tulpe (T. Gesneriana).

Schachblume (Fritillaria).

Kaiserkrone (F. imperialis). Hinreichend bekannte Gartenzierpflanze mit herabhängenden Blth. Aus Persien stammend.

Eigentliche Schachblume (F. meleagris). B. wechselständig. St. 1—2blüthig. Perigon würfelig bemalt. Feuchte Wiesen.

Als hierher gehörend sind ferner zu merken Garten-Hyacinthe (Hyacinthus orientalis), Perl-Hyacinthe (Muscaria botryoides), Gemeine Meerzwiebel (Scilla maritima) am Mittelmeere, Gelber und weißer Affodil (Asphodelus luteus und ramosus), so wie mehrere ausländische Pflanzen z. B. Gemeine Aloe (Aloe vulgaris).

Zweite Familie. **Zeitlosen** (Colchicaceae). Stb. nach auswärts gerichtet. Perigon 6spaltig. Stbgf. 6. Gr. 3, meist getrennt. Kapselfrucht 3fächerig.

1) **Herbst-Zeitlose** (Colchicum autumnale; VI. 3). B. breit, lanzettlich, spitz. Röhre des Perigon 5- oder 6mal so lang als der Saum. Zipfel wellig, nervig. Zwiebel mehrblüthig. B. nach den Blth. nebst Kapseln erst im folgenden Frühjahre erscheinend. Blth. fleischfarbig. Auf Wiesen.

2) **Weiße Nießwurz** (Veratrum album). Perigon rispig, flaumig. Zipfel des Perigon länglich-lanzettlich. Deckbl. länger als die Blüthenstielchen. B. elliptisch. Blth. weiß. Alpenwiesen.

Dritte Familie. **Zankenlilien** (Smilaceae). Stb. nach einwärts gerichtet. Gr. verwachsen, selten frei. Frucht eine Beere. Perigon unterständig.

Erste Gruppe. **Spargelgewächse** (Asparageen).

Maiblume (Convallaria). Perigon knollartig, 6spaltig, glockig. Fruchtknoten 3seitig. Beere kugelig, 3fächerig. (VI. 1.)

Wohlriechende Maiblume (C. majalis). St. nackt, halbstielrund. Blth. traubig, überhängend. Perigon weißglockig.

Vielblumige Maiblume (C. multiflora). Kahl. St. stielrund. B. stengelumfassend, wechselständig, eiförmig-länglich. Blthstiele blattwinkelständig. Stbgf. behaart. Feuchte Wälder.

Weißwurz (C. polygonatum). St. kantig. B. stengelumfassend, wechselständig, eiförmig-länglich. Blthstiele blattwinkelständig, 1—2blüthig und nebst den Stbgf. kahl. Beeren violett. Steinige Bergwälder.

Zweiblatt (C. bifolium; Majanthemum bifolium). St. aufrecht, 2blätterig. B. gestielt, herzförmig. Blth. sehr klein, weiß, wohlriechend, in eine Endtr. gestellt. Beeren roth. Schattige Wälder.

Spargel (Asparagus; IV. 1).

Gebräuchlicher Spargel (A. officinalis). St. krautig, stielrund, aufrecht. B. büschelig, borstig, stielrund, nebst den Zweigen ganz kahl und

glatt. Röhrchen des Perigon halb so lang als der Saum. Beeren grün, später roth.

Zweite Gruppe. Parideen.

Einbeere (Paris; VIII. 4).

Vierblätterige Einbeere oder Wolfsbeere (P. quadrifolia). B. zu 4, elliptisch-spitz, die äußeren Zipfel des Perigon lanzettlich, die inneren an Breite und Länge übertreffend. Blth. einzeln, gipfelständig, grün. Fruchtknoten und Narben schwarz-purpurn. Schattige Haine.

Sechs und vierzigste Ordnung. **Spelzenblüthler** (Glumaceae).

Blth. balgartig, in kleinen ein- bis vielblüthigen Aehrchen, von 1—2 kleinen Deckblättchen (Spelzen) umhüllt. Fruchtknoten frei, oberständig, einfächerig. Stbgf. meist 3.

Erste Familie. **Gräser** (Gramineae). Blth. zwitterig oder eingeschlechtig, von 2 oder mehreren Deckbl. umhüllt. Fruchthülle mit dem S. zu einer Karyopse verwachsen. Blattscheiden bis an den erhabenen Knoten geschlitzt. Halm knotig, gewöhnlich hohl, zwischen Halm und Blatt befindet sich ein zartes Häutchen (Ligula), die Grasblüthen (Locustae) bilden 2- bis mehrblüthige 2zeilige Aehren (Spiculae), von denen eine jede mit 2 gegenständigen Scheiden versehen ist, welche Kelchspelzen, Bälge (Glumae oder Valvulae calycinae) heißen. Jeder dieser enthält wieder fast gegenständige Scheidchen (Spathellae), welche Kronspelzen (Glumae corollinae) genannt werden. Innerhalb dieser Spelzen befinden sich wieder 2 schuppenartige Scheidchen, Deckspelzchen (Glumellae) genannt. Auf den Spitzen der Kronspelzen erhebt sich sehr oft eine lange mehr oder weniger starre Borste, die Granne (Arista). Entweder sitzen die kleinen Aehrchen auf letzten Verzweigungen des Halmes und bilden dann eine Rispe (Panicula) oder wenn diese einfach sind, auf den Ausschnitten des Stengelendes (Spindel rachis) eine Aehre (Spica) bildend. Die Stbgf. sind von den Spelzchen umschlossen. Griffel 2. Mehliger Eiweißkörper. — Einige Aehrengräser:

Weizen (Triticum). Aehrchen mit ihrer Seitenfläche gegen die Spindel gerichtet. Bälge 2, wie die Blümchen 2zeilig gestellt und kürzer als diese. Griffel sehr kurz.

Quecke (T. repens). Wurzel weit umherkriechend, sprossend. Aehre 2zeilig. Aehrchen lineal-länglich. Bälge gerade, mit der Spitze nicht nach auswärts gebogen.

Gemeiner Weizen (T. vulgare). Aehren 4kantig, steif-aufrecht, dachig. Bälge bauchig, eiförmig, an der Spitze zusammengedrückt, begrannt oder unbegrannt; ändert ab in verschiedenen Arten z. B. Sommer- und Winterweizen, ersterer begrannt und letzterer grannenlos.

Dinkel-Weizen, Spelt oder Spelz (T. spelta). Aehre 4kantig, locker-ziegeldachartig. Bälge breit-eirund, gerade, abgestutzt, stachelspitzig. Körner lang, 3kantig.

Roggen (Secale).

Gemeiner Roggen (S. cereale). Aehre 4seitig, nickend. Spindelzehe. Aehre gedrängt, ziegeldachartig. Bälge viel kürzer als die Blümchen, untere Spelze in eine lange Granne auslaufend.

Gerste (Hordeum). Aehrchen 1blüthig, mit einem borstenförmigen Ansatze, am Grunde der oberen Spelze sämmtliche Aehrchen begrannt. Blth. zweispelzig.

Gemeine Gerste (H. vulgare). Aehrchen 6reihig, auf beiden Seiten 2 vorspringende Reihen, alle Aehren zwitterig.

Sechszeilige Gerste (H. hexastichon). Aehren in 6 gleichförmigen Reihen, sämmtlich fruchttragend.

Zweizeilige Gerste (H. distichon). Aehren gleich breit, die zwitterigen begrannten Aehrchen der Spindel angedrückt und nicht sehr abstehend, zwei entgegengesetzte regelmäßige Längsreihen bildend.

Knoten-Gerste (H. nodosum). Bälge borstig, die der Seitenährchen länger als der Grannen, letztere männlich, mittlere Aehrchen zwitterig. Wild wachsend.

Mäuse-Gerste (H. murinum). Blattscheiden bauchig-aufgedunsen. Bälge der mittleren Aehrchen gewimpert, lineal-lanzettlich, die der Seitenährchen borstig, wimperlos. Uebrigens wie vorher. An Wegen, sehr gemein.

Lolch (Lolium). Aehrchen in einer 2zeiligen Aehre mit dem Rücken der einen Zeile gegen die Spindel gestellt.

Ausdauernder Lolch (L. perenne). Aehrchen länger als die Bälge. Blümchen lanzettlich mit grannenloser oder mit kurzgegrannter unterer Spelze. Auf Wiesen und Aeckern.

Betäubender Lolch (L. temulentum). Aehrchen kaum so lang als der Balg. Blümchen elliptisch, stets begrannt. Grannen fast gerade, länger als ihre Spelze.

Borstengras (Nardus; III. 1).

Steifes Borstengras (N. stricta). Halm steif. B. borstig. Aehrchen nackt, in einer einseitigen Aehre endigend, untere Spelze in Grannen auslaufend.

Einige Rispengräser:

1) **Zittergras** (Briza media). Rispe aufrecht, ausgebreitet. Blth. bauchig. Spelzen am Grunde herzförmig, grannenlos. Aehrchen rundlich oder oval, auf dünnen Rispengewächsen, daher immer in einer zitternden Bewegung. Bälge kürzer als die untersten Blümchen.

2) **Trespe** (Bromus).

Weichhaarige Trespe (B. mollis). Weichhaarig. Riespe aufrecht, nach dem Verblühen zusammengezogen. Aehrchen eiförmig-länglich, flaumhaarig. Blümchen sich ziegeldachig deckend, untere Spelze 2spitzig. Granne gerade, ungefähr von der Länge ihrer Spelze. Wiesen, Wege.

Acker-Trespe (B. arvensis). B. und Scheiden haarig. Rispe abstehend, aufrecht, bei der Fruchtreife etwas überhängend. Aehrchen lineal-lanzettlich. Blth. elliptisch, lanzettlich, untere Spelze 7nervig. Auf Aeckern rc.

Blaugras (Molinia caerulea). Aehrchen aufrecht. Rispe etwas zusammengezogen. Halm fast nackt, bis an die Wurzel knotenlos. Aehrchen unbegrannt, meist mit 3 violetten Blth. Feuchte Stellen, Wiesen, häufig.

Fuchsschwanz (Alopecurus; III. 2).

Acker-Fuchsschwanz (Agrestis). Halm aufrecht, oberwärts etwas rauh. Bälge spitz, bis zur Mitte verwachsen, sehr kurz gewimpert. Aehre an beiden Enden zugespitzt. Stbt. gelb.

Wiesen-Fuchsschwanz (A. pratensis). Halm aufrecht, glatt. Aehre walzig, an beiden Enden stumpf. Bälge unter der Mitte verwachsen, lang-haarig-gewimpert.

Schilfartiges Glanzgras (Phalaris arundinacea). Rispe abstehend. Aehrchen büschelig zusammengestellt. Bälge flügellos. (III. 2).

Goldgras (Anthoxanthum odoratum; II. 2). Rispe ährenförmig, länglich, ziemlich locker, abstehend, untere Spelze halb so lang als das Aehrchen, spitz. Spelze der unfruchtbaren Blth. angedrückt, behaart.

Gemeines Rohrschilf (Phragmites communis; III. 2). Rispe ausgebreitet. Aehrchen 4—5blüthig, bräunlichroth. Aeste und Aestchen am Grunde behaart (Arundo Ph.).

Pfeilrohr (Arundo donax). Rispe sehr ästig, abstehend. Aehrchen meist 3blüthig, untere Spelze begrannt, auf dem Rücken mit verlängerten Haaren besetzt.

Wiesenschilf (Arundo calamagrostis oder lanceolata). Abstehende Rispe. Klappen schmal, lanzettlich-zugespitzt. Haare länger als die Spelzen. Grannen endständig, aus einer sehr kurzen Ausrandung gerade hervortretend und kaum länger als diese. Feuchte Wiesen.

Blaue Seslerie (Sesleria caerulea). Aehre oval-länglich, meist einseitswendig. Aehrchen 2—3blüthig, untere Spelze in 2—4 Borsten und einer Granne aus der Mitte endigend. Borsten und Grannen nicht halb so lang als die Spelzen. B. lineal. Scheiden ungetheilt.

Hafer (Avena; III. 2).

Gemeiner Hafer (A. sativa). Rispe abstehend, gleichförmig. Bälge länger als die Blth. Blth. kahl, lanzettlich, an der Spitze 2spaltig und gezähnelt. Achse kahl, nur am Grunde der Blth. büschelig-behaart.

Wiesen-Hafer (A. pratensis). Rispe traubig, die unteren Aeste gezweigt. B. und Blthscheiden ungehaart, erstere am Rande sehr scharf. Aehrchen 4—5blüthig, auf dem Rücken in der Mitte begrannt. Achse behaart. B. oberseits sehr rauh.

Kurzhaariger Hafer (A. pubescens). Dem vorigen ähnlich. B. beiderseits nebst den unteren Blattscheiden zottig.

Wind-Hafer (A. fatua). Rispe gleichförmig, abstehend. Aehrchen meist 3blüthig. Blümchen kürzer als die Bälge, am Grunde und auf dem Rücken borstig-behaart, begrannt. Aehrenachse wie die Spelze fuchsroth behaart.

Glatt-Hafer (Arrhenatherum elatius; III. 2). Helm mit kahlen Knoten. Rispe länglich mit gleichmäßig ausgebreiteten, an der Basis verzweigten Aesten. B. flach, männliche Blth. mit gekrümmter Granne (Avena elatior).

Wolliges Honiggras (Holcus lanatus; III. 2). 2 Grannen der oberen Blth. zurückgekrümmt, von den Kelchspelzen eingeschlossen. B. flaumig. Wurzel büschelig. Wiesen und Wälder, gemein.

Kahle Hirse (Panicum glabrum). B. und Scheiden kahl. Aehren meist zu 2 und 4 gefingert, elliptisch, pflaumig, auf den Nerven kahl. An Wegen und auf Feldern.

Echte Hirse (P. miliaceum). Rispe meist schweifig ausgebreitet, überhängend. B. lanzettlich und nebst den Scheiden behaart. Aehrchen spitz aber grannenlos. Orient. Bei uns cultivirt. Hierher gehören auch z. B. Mais oder türkischer Weizen (Zea mais; XIX. 3), Zuckerrohr (Saccharum officinarum; III. 2), Bambusrohr (Bambusa arundinacea; VI. 1), das größte aller Gräser und außerdem eine beträchtliche Anzahl einheimische und ausländische Grasarten.

Zweite Familie. **Halbgräser** oder **Seggen** (Scheingräser, Cyperaceae). Halm nie hohl, selten knotig gegliedert. Blth. eingeschlechtig oder zwitterig. Bälge sich dachig deckend und Aehrchen bildend. Stb. an der Spitze nicht getheilt. Blattscheiden ganz. Fruchthülle nuß- oder schlauchartig, einen freien S. einschließend.

Riedgras (Carex). Blth. eingeschlechtig. Aehren vielzeilig, ziegeldachartig, männliche B. nackt, mit haarfeinen Trägern und linealen Stb. Stbgf. 3, selten 2, weibliche B. auf derselben oder einer gesonderten Pflanze. Fruchtknoten dreiseitig. Narben 2—3, sehr dünn-flaumhaarig. Frucht nußartig, eiförmig. (XXI. 3). Ueber 100 deutsche Arten.

Sand-Riedgras (C. arenaria). Aehre doppelt-zugespitzt, länglich oder fast eiförmig, die oberen Aehrchen männlich, die unteren weiblich, die mittleren an der Spitze männlich. Frucht eilänglich, 7—9nervig, mit breitem Flügelrande (Schlauchfrucht). Bälge zugespitzt. Halm oberwärts auf dem Knoten rauh. Sandsegge. Auf angeschwemmtem Flußsande und an Meeresküsten.

Zweizeiliges Riedgras (C. intermedia). Oberste und unterste Aehren weiblich, die mittleren männlich. Aehrchen in 2zeilige Aehren gestellt. Früchte eilänglich, 9—15nervig, mit schmalem, gewimpert-gesägtem Rande, in einen zweizähnigen Schnabel zugespitzt, länger als der Balg. Bälge spitz. Wurzel kriechend, halmartig. Halm gerade.

Steifhaariges Riedgras (C. hirta). B. weich, am Rande und Scheiden kurzhaarig, männliche Aehren zu 2—3 am Gipfel des Halmes, weibliche einzeln entfernt, aus den Blattachseln faden- später walzenförmig, aufrecht. Deckblättchen flaumhaarig, in eine Granne auslaufend. Fruchtscheidchen kurz, steifhaarig, mit borstig-2spaltigem Schnabel.

Fingerförmiges Riedgras (C. digitata). Männliche Aehren einzeln, sitzend, weibliche meist 3, lineal, etwas entfernt gestielt. Deckbl. scheidig, häutig, sehr kurz, anliegend. Früchte verkehrt-eiförmig, sehr kurz geschnäbelt. Wurzel faserig.

Wollgras (Eriophorum). Zwitterblüthen in einer endständigen oder mehreren gestielten ziegeldachartigen Aehren, unter dem Fruchtknoten zahlreiche unterweibige Borsten, die nach dem Verblühen über die Deckblättchen hinausreichen, wo die Nuß mit weißen Wollhaaren umhüllt ist. (III. 1.)

Breitblätteriges Wollgras (E. latifolium). Halm stumpf, 3kantig. B. flach. Blthstiele rauh. Aehrchen sehr zahlreich. Sumpfige Wiesen.

Schmalblätteriges Wollgras (E. angustifolium). Halm rundlich. B. rinnig. Blthstiele glatt. Wolle 3mal so lang als das Aehrchen. Sumpfige Wiesen.

Scheidiges Wollgras (E. vaginatum). Halm kahl, oberwärts 3seitig. B. am Rande rauh. Aehrchen einzeln, länglich-eiförmig. Wurzel faserig. Torfsümpfe.

Binse (Scirpus). Zwitterblüthen in einem endständigen oder mehreren verschieden angeordneten ziegeldachartigen Aehrchen. Fruchtknoten nackt oder mit einigen unterweibigen Borstchen umgeben, kürzer als Deckbl. Gr. 1. (III. 1.) 20 deutsche Arten.

Wald-Binse (S. sylvaticus). Aeste verzweigt, doldentraubig. Bälge stumpf, fein-stachelspitzig. An Bächen, Teichen ꝛc.

Teich-Binse (S. lacustris). Aehrchen büschelig-gehäuft, mit blattartiger Scheide. Bälge zart gefranzt, mit einer ausgerandeten Stachelspitze. Stbt. an der Spitze bärtig. Halm stielrund. Wassergräben, gemein.

See-Binse (S. maritimus). Halm 3kantig, beblättert. Spirre nicht verzweigt. Aehrchen büschelig, gestielt und sitzend. Hülle flachblätterig. Bälge an der Spitze stachelspitzig, unterweibige Borsten unterwärts steifhaarig. Ufer, Gräben, Meeresstrand.

Cypergras (Cyperus). Zwitterblth. Aehrchen sich deckend, aus 2zeilig-gestellten Deckblättchen gebildet. Nuß nackt. (III. 1.)

Gelbliches Cypergras (C. flavescens). Spirre zusammengesetzt. Köpfchen rundlich, gestielt und sitzend. Aehrchen lanzettlich. Bälge länglich-eiförmig, dachig, gelblich. Nüßchen rundlich-eiförmig, zusammengedrückt. Hülle länger als die Dolde. Halm stumpf, 3kantig. Narben 2. Nasse Triften.

Braunes Cypergras (C. fuscus). Aehrchen lineal, meist 5. Bälge zuletzt etwas abstehend, braun. Narben 3. Nüßchen scharf-3kantig. Halm scharf-3kantig. Ebendaselbst.

Sieben und vierzigste Ordnung. **Graslilien** (Juncinae).

Blüthenhülle meist 6blätterig, spelzig oder krautig. Frucht oberständig. Stbgf. meist 6. Kapsel meist 3klappig. S. mit Eiweiß.

Erste Familie. **Echte Simsen** oder **Binsen** (Juncaceae). Keim von Eiweißträgern umschlossen. Samenträger mittelständig.

Simse (Juncus; VI. 1). 20 deutsche Arten. B. stielrund oder walzig, rinnig, kahl. Blüthenhülle 6blätterig, spelzig. Stbgf. unterweibig, 3fächerig. Kapsel vielsamig.

Flatterige Simse (J. effusus). Halm nackt. Spirre vielfach verästelt. Hüllblättchen lanzettlich. Kapsel verkehrt-eiförmig. Sümpfe, Gräben.

Bei der Knopfsimse (J. conglomeratus) finden sich nur 3 Stbgf. und die Spirre ist kopfförmig zusammengezogen.

Blaugrüne Simse (J. glaucus). Halm bläulichgrün, nackt. 6 Stbgf. Kapsel länglich-elliptisch, stumpf, stachelspitzig. Gr. deutlich. An feuchten Orten.

Hainbinse (Luzula). Kapsel einfächerig. B. grasartig, weich behaart. (VI. 1.) 11 deutsche Arten.

Frühlings-Hainbinse (L. vernalis oder pilosa). Blth. einzeln, von einander entfernt. Aeste 1—3blüthig, aufrecht, die oberen nach dem Verblühen zurückgebogen. Wb. lanzettlich. Spirre doldig. Wälder.

Größte Hainbinse (L. maxima). Spirre mehrfach zusammengesetzt, ausgesperrt, länger als die Hülle. Blthstiele an der Spitze 3blüthig. B. des Perigon stachelspitzig, ungefähr so lang wie die Kapsel. Halmknoten braun. B. lineal-lanzettlich. Bergwälder.

Dritte Classe. **Nacktsamenlappige** oder **Verborgenblühende** (Acotyledones oder Cryptogamae).

Blumen und Befruchtungsorgane fehlen oder letztere sind undeutlich entwickelt, nur die Früchte sind ausgebildet. Die Stelle des Samens ist durch Keimkörner (sporae oder sporidia) sogenannte Sporen vertreten. Diese sind Bläschen mit einem öligen, körnigen Inhalt ohne Keim, oder Embryo,

und durch ein Zerfallen entsteht hieraus eine zellige Masse, welche sich in den meisten Fällen ohne vorhergehenden Befruchtungsact bildet. Wie bei den Charen, Leber- und Laubmosen ist die Ausbildung möglicher Weise durch Einwirkung der die eigenthümlichen Schwärmfäden enthaltenden Antheridien bedingt. Die Sporen (die Träger der Fortpflanzung) der Lagerpflanzen entstehen entweder durch Abscheidung oder durch freie Zellenbildung (wie bei Flechten, vielen Algen und Pilzen).

Im Allgemeinen geschieht die Sporenbildung innerhalb der Lagermasse (Thallus), wie bei den meisten Algen und Pilzformen, oder in besonderen Behältern, die man Keimfrüchte (sporangia) nennt.

Kryptogamische Gefäßpflanzen (Cryptogamae vasculares).

Erste Ordnung. Gliederfarne (Goniopterides).

Blattlose Gewächse mit Gefäßen und Zellen, gegliederten Stengeln und Aesten. Die Stelle der B. ist durch gezähnte Scheiden vertreten.

Erste Familie. **Schafthalme** (Equisetaceae). Der hohle St. ist mit stachelartigen Scheiden versehen. Fruchtorgane sind endährig, aus quirlständigen Schildern zusammengesetzt.

Acker-Schafthalm (Equisetum arvense). Fruchttragender und unfruchtbarer verschieden. Ersterer erscheint im März und April, bräunlich mit aufgeblasenen 8zähnigen Scheiden, bald verwelkend. Darauf erscheint der unfruchtbare gefurchtete St. mit schwärzlichen, meist 4kantigen Aesten.

Wiesen-Schafthalm (E. palustre). St. tief-6—8furchig mit fast kreisförmiger 6—8zähniger Scheide.

Winter-Schafthalm (E. hiemale). Aehren mit einer Stachelspitze endigend. St. 14—20riefig.

Zweite Ordnung. Farnartige Pflanzen oder Blattfarne (Filicinae).

Beblätterte Pflanzen mit ungegliedertem aufrechten Stamm oder kriechendem Wurzelstocke.

Erste Familie. **Bärlappe** (Lycopodiaceae). Früchte einzeln, in den Blattwinkeln zerstreut oder in Endähren, immergrüne, kriechende St. mit einfach-gedrängten oder einfachen B. Beispiel:

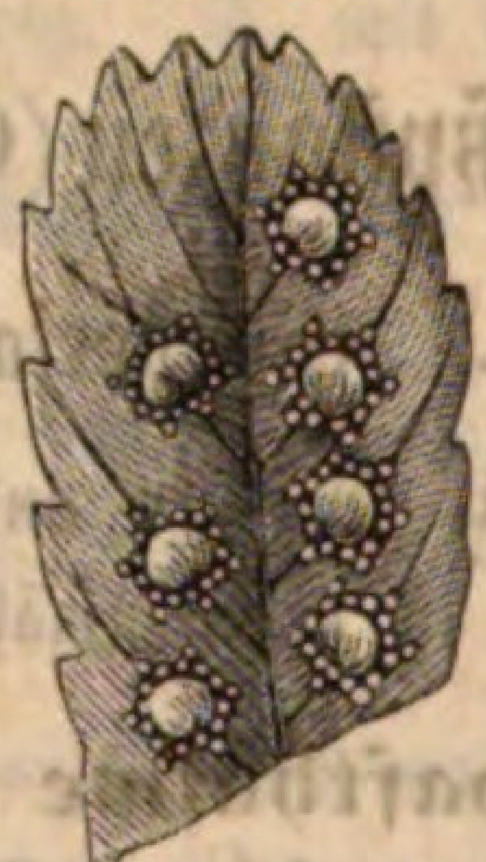
Schlangenmoos oder **Kolbenbärlapp** (Lycopodium clavatum). St. hingestreckt. Aeste wechselständig. Kätzchen langgestielt. Gebirgswälder. Die Keimkörner, einem feinen gelblichen Pulver ähnlich, werden als Streu- und Blitzpulver benutzt.

Zweite Familie. **Farnkräuter** oder **Farne** (Filices). Die zerstreut oder spiralstehenden B., auch Wedel (frons) (s. Fig. 9) genannt, sind in der Jugend stets von der Spitze nach dem Grunde zu schneckenförmig eingerollt. Die kleinen kapselartigen, aufspringenden Keimfrüchte oder Sporangien stehen auf der Rückseite der Blätter oder des Wedels und bilden bestimmt gestellte Fruchthäufchen (s. Figur 10), nach deren Form und Anordnung die Gattung bestimmt wird. Mitunter sind sie mit einem Schleierchen (indusium) (s. Figur 11) überzogen. Der Stamm ist bei unseren Arten größtentheils unter

Figur 9.



Figur 10.



Figur 11.



der Erde, bei tropischen hingegen 20—25 Fuß hoch über der Erde, Palmbaum-ähnlich. Beispiele:

Engelsüß (Polypodium vulgare). Wurzelstock wagerecht, unter der Erde kriechend, mit Spreublättchen besetzt. Wedel kahl, fiedertheilig, im Umrisse lanzettlich. Fiederchen lineal-länglich, ungetheilt. Die Fruchthäufchen in zwei parallelen Reihen.

Wurmfarne (Aspidium filix mas). Wurzelstock tief. Wedel 1—3 Fuß, doppelt-gefiedert. Fiedern abwechselnd, Fiederchen länglich-stumpf, gekerbt. Fruchthäufchen rundlich, 2reihig. In Wäldern, häufig.

Weiblicher Wurmfarn (A. filix femina). Wurzelstock fast schuppenlos. Wedel wie vorher, aber Fiederchen eingeschnitten-gezähnt, und die Zähne wieder mit 2—3 spitzen Zähnchen. Fruchthäufchen länglich.

Mauerraute (Asplenium ruta muraria). Wedel gebüschelt, langgestielt, nach unten doppelt, oben einfach gestielt, mit grünem Stiele. Fiederchen keilig, rautenförmig gekerbt. Fruchthäufchen die B. häufig bedeckend; gemein, in Fels- und Mauerritzen.

Rother Streifenfarn (A. trichomanes). Wedel wie vorher, einfach-gefiedert, mit schwarzroth-braunem glänzendem Stiele. Fiederchen rundlich oder oval, feingekerbt. Fruchthäufchen auf jedem Fiederchen zu 2—5.

Adlerfarn (Pteris aquilina). Wedel 3theilig, doppelt gefiedert. Fiedern lineal-lanzettlich, die oberen ungetheilt, die unteren fiederspaltig. Fiederchen länglich.

Kryptogamische Zellenpflanzen (Cryptogamae cellulares).

Beblätterte Zellenpflanzen mit deutlich beblätterten Organen.

Dritte Ordnung. Moosartige Pflanzen (Muscinae).

Eine 1fächerige winkelständige gestielte Kapsel (Sporengehäuse oder Büchse) enthält zahlreiche Sporen.

Erste Familie. **Moose** oder **Laubmoose** (Musci). Moosbüchse mit einem Deckel. Beispiele: Dreiseitiges Astmoos (Hypnum triquetrum). Gemeines Haarmoos (Polytrichum commune). Spitzblätteriges Torfmoos (Sphagnum acutifolium).

Zweite Familie. **Lebermoose** (Hepaticae). Moosbüchsen ohne Deckel. Beispiel: Vielspaltiges Leberkraut (Marchantia polymorpha).

Vierte Ordnung. Röhrenstenglige Zellenpflanzen (Siphonocaulae).

Die Fruchtkapseln sitzen in den Winkeln der quirligen Aeste an dem hohlen St. Nur

eine Familie. **Armleuchter** (Characeae). Gegliederte unter dem Wasser wachsende Pflanzen. Nur eine Gattung, deren gemeinste Art der gemeine Armleuchter (Chara vulgaris) ist.

Blattlose Zellenpflanzen, bilden eine gleichartige Masse ohne eine Unterscheidung von Wurzel, Stengel und Blatt.

Fünfte Ordnung. Algenartige Zellenpflanzen (Alginae).

Hauptmasse (Lager oder Thallus) laubähnlich, mit blattgrünhaltigen Zellen, oder krustenförmig oder fadenförmig oder stengelartig. Sporen in verschieden gestalteten Behältern.

Erste Familie. **Flechten** (Lichenes). Landpflanzen von verschiedener Gestalt, aus einer Rinden- und Markschicht zusammengesetzt. Die Keimfrüchte werden gewöhnlich Apothecien (apothecia) genannt. Sie kommen unter zwei Hauptformen vor, nämlich 1) als geschlossene aus einem Kerne bestehende Keimfrucht (apothecium clausum), und 2) als offene aus einer Scheibe bestehende Scheibenfrucht (apothecium apertum). Oftmals nimmt man bei den Flechten namentlich am Rande des Lagers pulverartige Staubkeime (soredia) wahr. Diese bestehen aus blattgrünhaltigen Zellen und werden Gonodien genannt.

Beispiele: Isländisches Moos (Cetraria islandica). Die Wandflechte (Parmelia parietina, P. physodes, P. saxatilis). Die gemeine Bartflechte (Usnea barbata, U. hirta, U. florida). Die Strunkflechte (Cladonia). Die Rennthierflechte (C. rangiferina). Die Becherflechte (C. pyxidata, C. coccifera). Die echte Lackmusflechte (Roccella tinctoria). Die weinsteinartige Kuchenflechte (Lecanora tartarea) u. s. w.

Zweite Familie. **Algen** (Algae). Wasserpflanzen, den Flechten ähnlich. Sporen in der Pflanze zerstreut, im Innern eine Brutschicht. Bei vielen Algen kommen außer den ruhenden Sporen noch bewegliche, die sogen. Schwärmsporen, vor.

Beispiele: Gemeiner Blasentang (Fucus vesiculosus). Flockiger Wasserfaden (Conferva floccosa). Bach-Wasserfaden (C. rivularis). Schlamm-Schwingfaden (Oscillaria limosa).

Sechste Ordnung. Pilze (Schwämme) (Funginae).

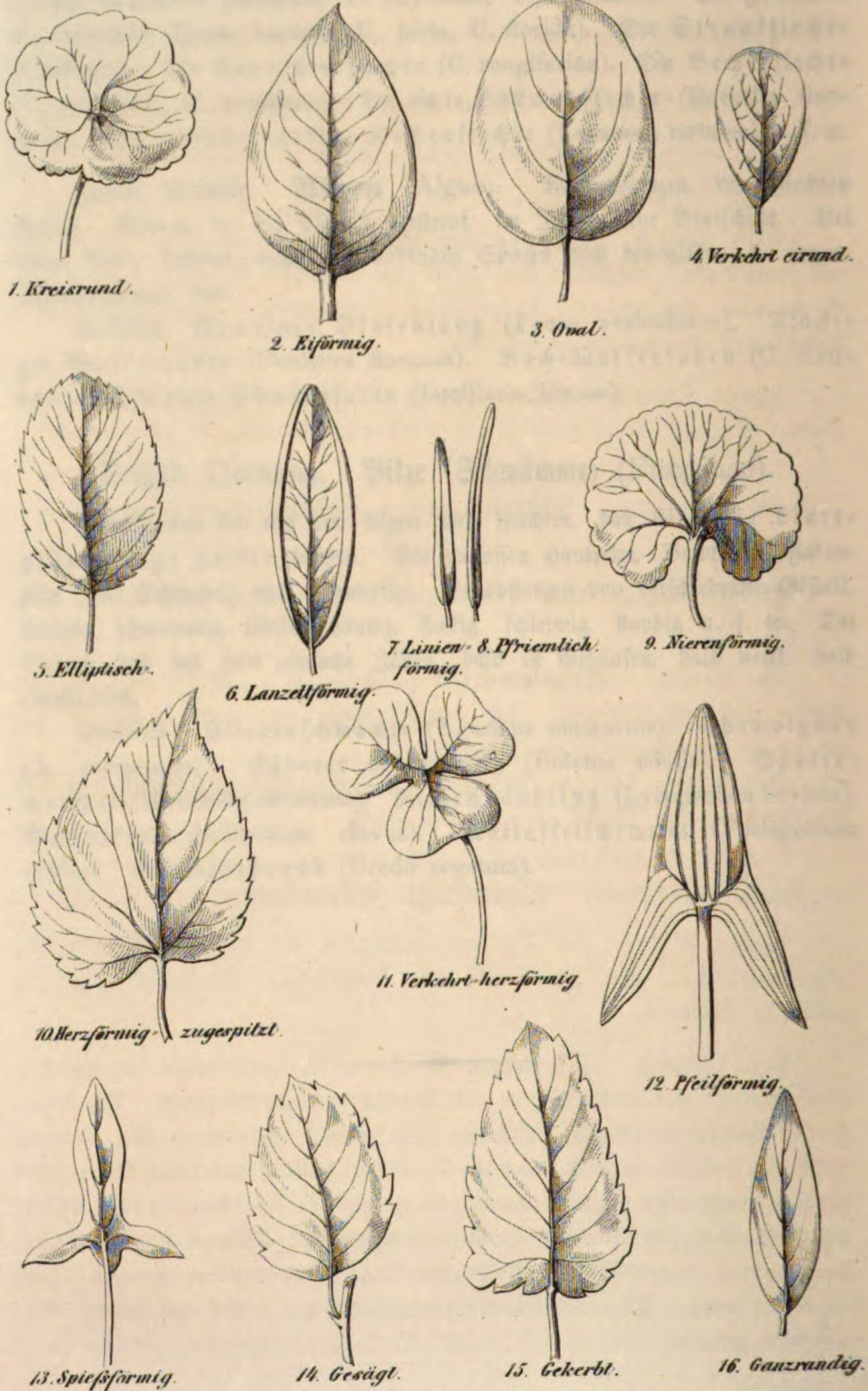
Unterscheiden sich von den Algen und Flechten, daß sie keine blattgrünhaltige Zellen besitzen. Sie umfassen Hautpilze, Bauchpilze, Fadenpilze (oder Schimmel) und Staubpilze. Landpflanzen von verschiedenster Gestalt, fleischig, schwammig, fädlich, häutig, flockig, schleimig, staubig u. s. w. Die Sporen sind fast stets einfache Zellen, bald in Gehäusen, bald nackt, bald oberflächlich.

Beispiele: Fliegenschwamm (Agaricus muscarius). Champignon (A. campestris). Eßbarer Röhrenpilz (Boletus edulis). Speisemorchel (Morchella esculenta). Riesenstäubling (Lycoperdon bovista). Mutterkorn (Sclerotium clavus). Kartoffelschimmel (Fusisporium solani). Getreidebrand (Uredo segetum).

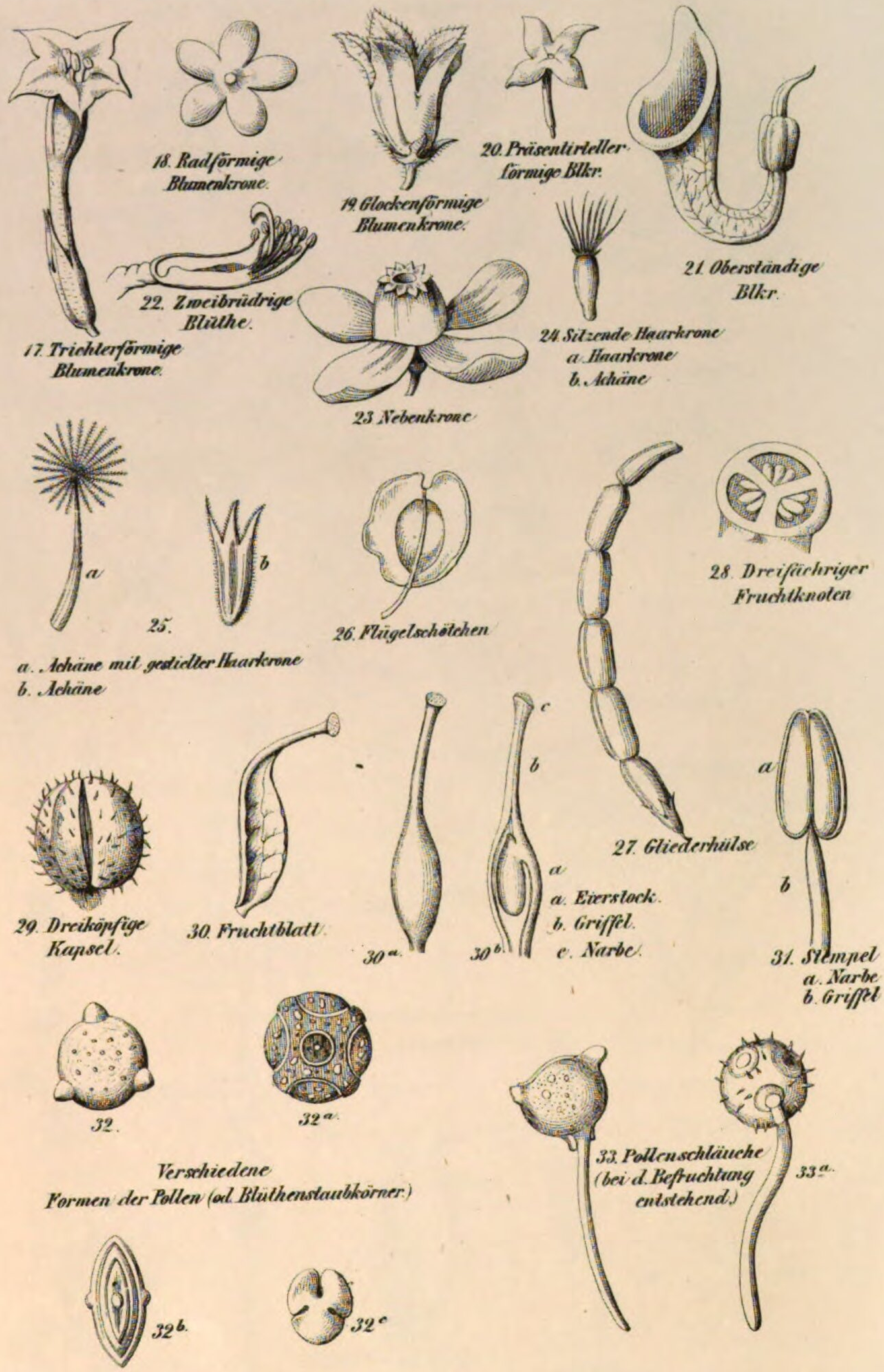

Taf. II b
Wichtigste Formen des Blüthenstandes der Blumenkrone Früchte etc.
Die wichtigsten Blattformen.

Taf. I.

Die wichtigsten Blattformen.

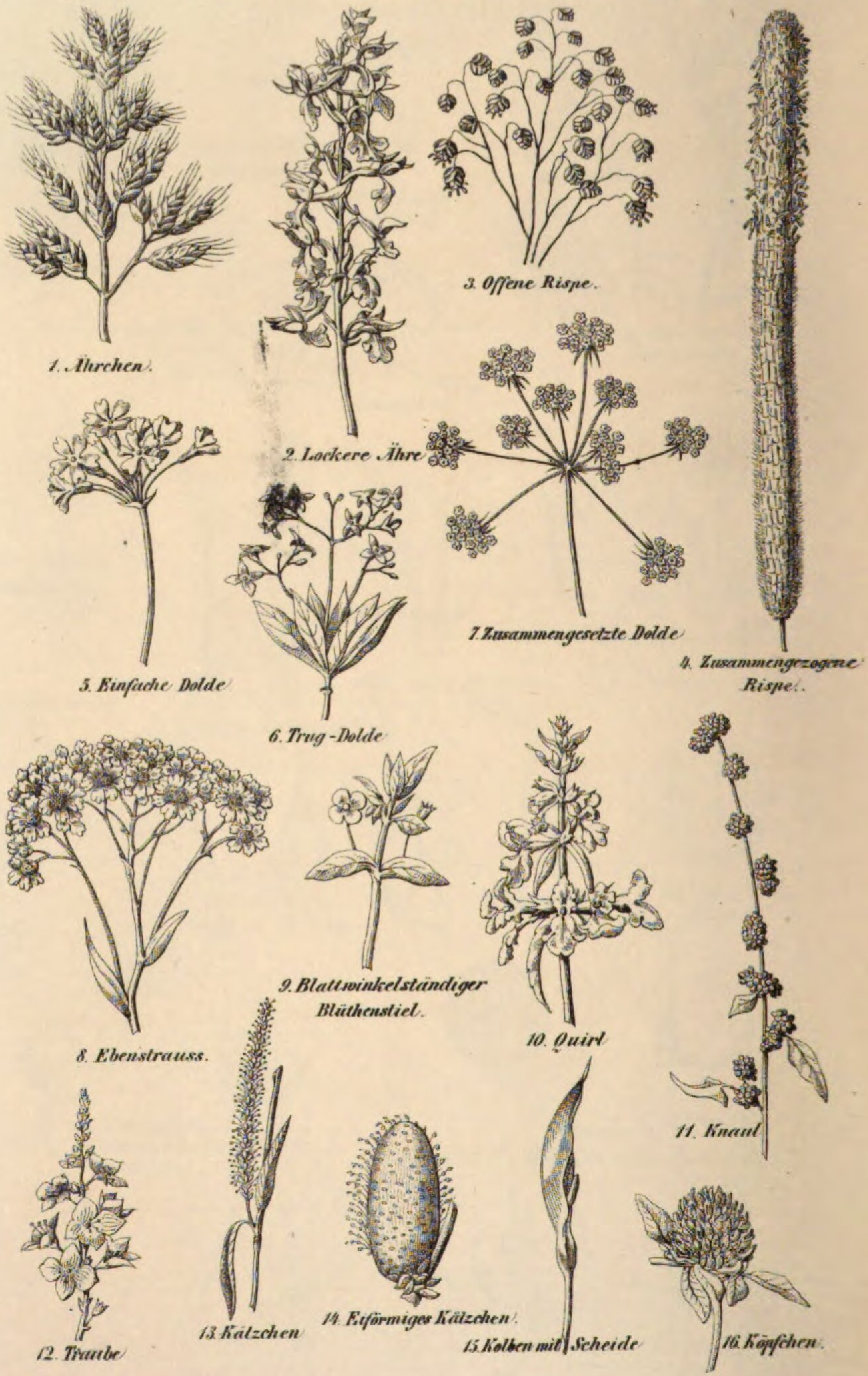


Wichtigste Formen des Blüthenstandes, der Blumenkrone, Früchte etc.



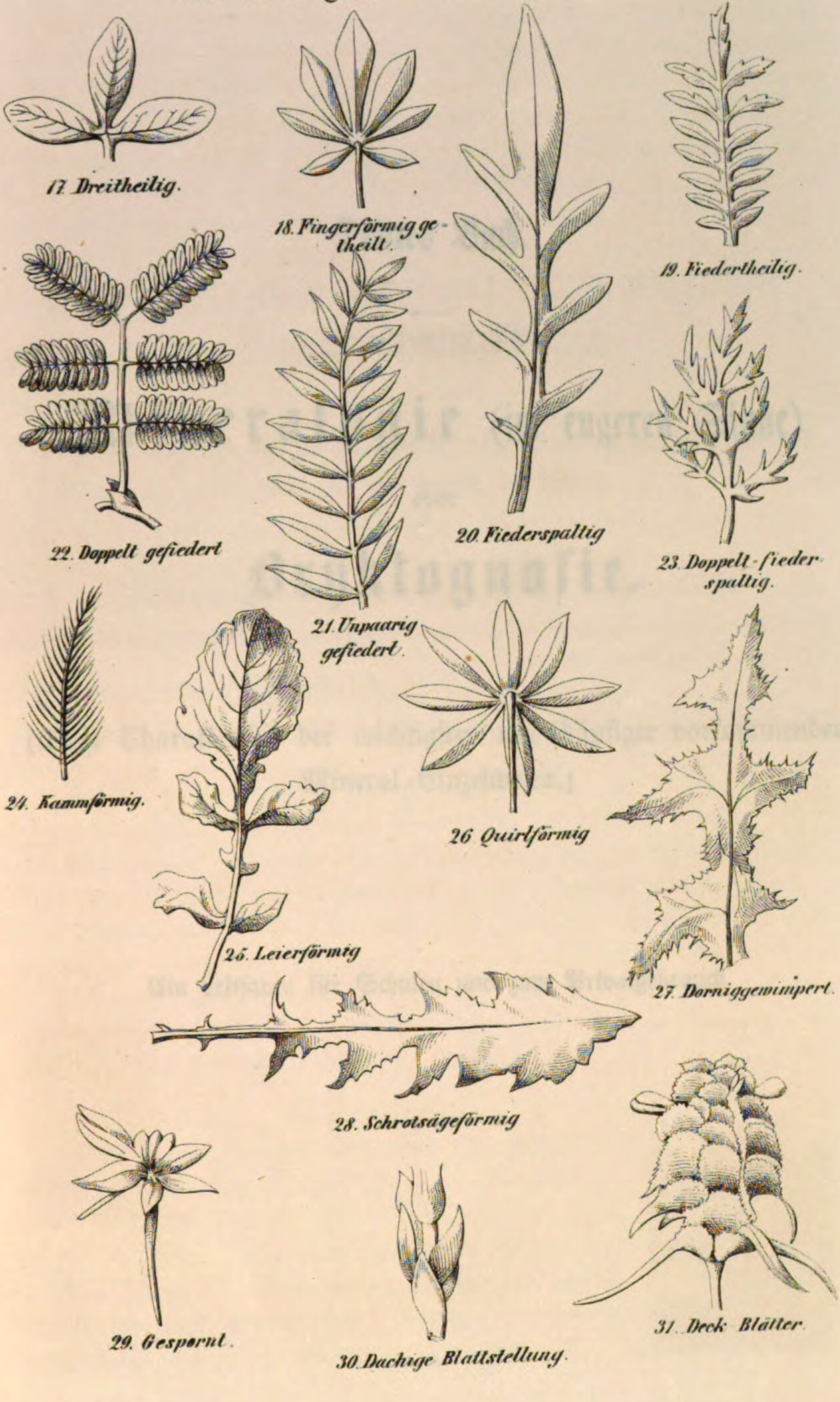
Hof-Steindr. d. Gebr. Janecke

Wichtigste Formen des Blüthenstandes, der Blumenkrone, etc.



1. Ährchen. 2. Lockere Ähre. 3. Offene Rispe. 4. Zusammengezogene Rispe. 5. Einfache Dolde. 6. Trug-Dolde. 7. Zusammengesetzte Dolde. 8. Ebenstrauss. 9. Blattwinkelständiger Blüthenstiel. 10. Quirl. 11. Knaul. 12. Traube. 13. Kätzchen. 14. Eiförmiges Kätzchen. 15. Kolben mit Scheide. 16. Köpfchen.

Die wichtigsten Blattformen.



Drittes Buch.

Mineralogie (im engeren Sinne)

oder

Oryktognosie.

(Kurze Charakteristik der wichtigsten und häufiger vorkommenden Mineral-Einzelwesen.)

Ein Leitfaden für Schulen und zum Privatgebrauch.

Vorbemerkung.

Die Grundformen der verschiedenen Krystallsysteme sind auf einer Tafel am Schluß der Mineralogie abgebildet.

Kurze Charakteristik
der
wichtigsten und häufiger vorkommenden Mineral-Einzelwesen.

Dem unorganischen Reiche angehörende Mineralien.

Erste Classe.
Mineralien mit nichtmetallischer Grundlage.

Nichtmetallische Stoffe und deren natürlich vorkommende Verbindungen.

Erste Gruppe. **Wasserstoff** (H).

Wasserstoff. Dieses Gas (siehe Chemie) entwickelt sich aus Kratern von Vulkanen.

Kohlenwasserstoffgas (CH_2; siehe Chemie) in Kohlenbergwerken, bekannt unter dem Namen feuriger Schwaden, schlagende Wetter, dringt aus Kohlenschichten in großer oder geringer Menge hervor, veranlaßt Detonationen und ist wegen seiner leichten Entzündbarkeit den Bergleuten gefährlich.

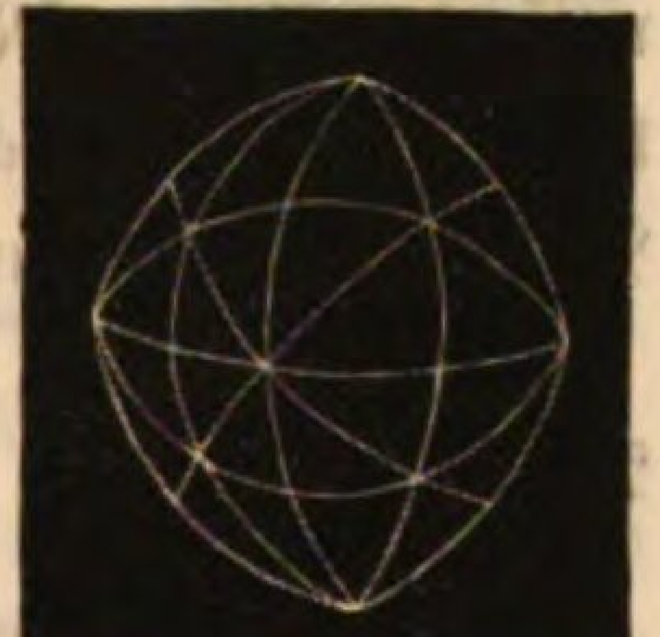
Schwefelwasserstoffgas (HS; siehe Chemie). Häufig in Mineralwässern und vulkanischen Gegenden.

Wasser (HO; siehe Chemie).

Chlorwasserstoffsäure, Salzsäure (HCl; siehe Chemie) als chlorwasserstoffsaures Gas in der Nähe von Vulkanen.

Zweite Gruppe. **Kohlenstoff.**

Figur 1.
Reguläres System.



1) **Diamant.** Reiner Kohlenstoff (C). Krystallisirt in regelmäßigen Oktaëdern (siehe Figur 1) oder Achtflächnern, gewöhnlich krummflächig. Härte 10, spec. Gew. = 3,5 — 3,6. Im reinsten Zustande wasserhell, von stärkstem Glanze und Lichtbrechungsvermögen; der härteste Körper und werthvollste Edelstein. Vorzugsweise im aufgeschwemmten Lande. Ostindien, Brasilien, Ural.

Anmerkung. Ein Karat kostet 20 Gulden, 3 Karat kosten 180 Gulden. Je größer die Steine, desto theurer werden sie bezahlt. Wegen der Größe berühmte Diamanten sind: der Raja von Matun auf Borneo, welcher 300 Karat wiegt; der des russischen Kaisers wiegt 193 Karat, des österreichischen Kaisers 139 Karat, der Krone von Frankreich 136 Karat. Auf der Industrie-Ausstellung in London (1851) wurde ein Diamant von $186^{1}/_{16}$ Karat ausgestellt, dessen Werth auf 260,000 Pfund Sterling angegeben wurde; sollte jedoch wegen der schlechten Gestalt und des schlechten Schliffes etwa halb so viel werth sein. Er ist jedoch später von Neuem geschliffen worden.

1 Karat ist = $3^{1}/_{2}$ Gran oder 0,203 Gramm; 72 Karat entsprechen einem preußischen Lothe.

2) **Graphit** (Reißblei) (Syst. 6). H. = 0,5, spec. Gew. = 1,9—2,4, ebenfalls reiner Kohlenstoff aber mit Kieselerde, Eisenoxyd oder anderen Stoffen hie und da verunreinigt, eisenschwarz, stahlgrau, abfärbend, meistens nur schuppig. Bruch uneben. Nichtleiter der Elektricität; vor dem Löthrohr unschmelzbar. In Baiern bei Passau, im Gneiß; ferner in Cumberland, Finnland &c.

3) **Anthracit** (Kohlenblende). Derb, unregelmäßig kugelig, gräulich-schwarz. Härte = 2—2,5, spec. Gew. = 1,4—1,7. Bruch muschelig, verbrennt schwer, 70—80 Procent Kohlenstoff mit Beimengungen von Kieselerde, Thonerde und Eisenoxyd. Andreasberg am Harz, in Sachsen, Böhmen, Schlesien, Schweden, Norwegen, Pensylvanien &c.

Kohlensäure (CO_2; farbloses Gas; siehe Chemie) specifisches Gew. = 1,5, häufig in Mineralwässern und vulkanischen Gegenden. In besonderer Menge in der Hundsgrotte bei Neapel und in der Dunsthöhle bei Pyrmont.

Dritte Gruppe. **Schwefel.**

Gediegener Schwefel (S). Grundform des krystallisirten Schwefels ist das rhombische Oktaëder (Rauten-Achtflächner; siehe Figur 2) mit Abstumpfung der Grundkanten. Deutliche Krystalle nicht häufig, auch derb nierenförmig, von faserigem Bruch, muschelig. Härte = 1,5 bis 2,5. Spec. Gew. = 2,0. Im Wasser löslich. Verbrennt mit bläulicher Flamme zu Schwefelsäure. Farbe: das bekannte Schwefelgelb. Durch Reiben elektrisch. Ist bisweilen durch Erdharz, Kohle, Selen oder Arsenik verunreinigt. Vorzugsweise im Gyps, Mergel oder Kalkstein, in Sicilien im Gyps, bei Bex in der Schweiz, ferner bei Lauenstein in Hannover, Polen, Brasilien, am Vesuv, Aetna &c.

Figur 2.
Rhombisches System.



Schweflige Säure (siehe Chemie) findet sich in der Nähe von thätigen Vulkanen.

Vierte Gruppe. **Bor.**

Nur in Verbindung mit Sauerstoff, als Bor-

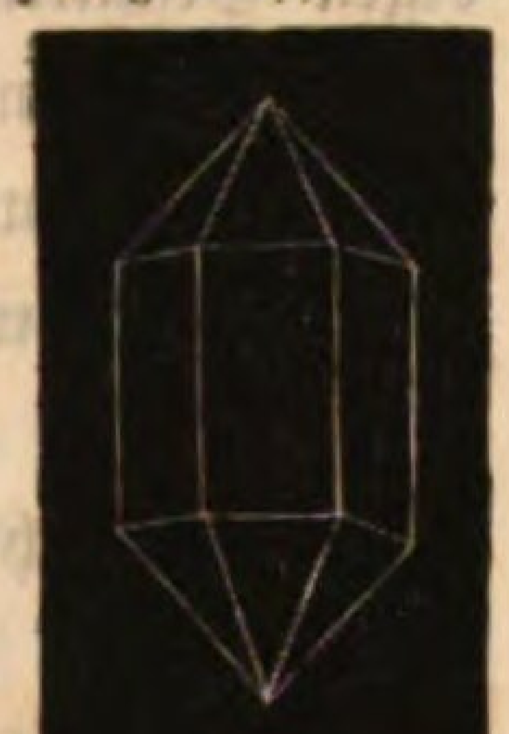
säure ($BO_3 + HO$), Sassolin genannt, in krystallinischen Blättchen in der Nähe vulkanischer Quellen. (Grundform schief-rhombisches Prisma, Syst. 5.) Ziemlich weiß, ins Graue oder Gelbliche. Perlmutterglänzend, durchscheinend. Bruch uneben. Schmeckt säuerlich-kühlend. Härte = 1, spec. Gew. = 1,4. Vor dem Löthrohre leicht schmelzbar, die Flamme grün färbend. Löst sich in Weingeist, welcher angezündet alsdann mit grüner Flamme brennt. Der Sassolin ist häufig mit Gyps, schwefelsaurem Mangan und Eisen gemengt. Vorkommen: Als Absatz heißer Dämpfe in Kratern auf der Insel Volcano (liparische Inseln), in der Nähe von Sasso in Toscana, woher der Name Sassolin rc.

Fünfte Gruppe. **Kiesel.** Ist die Grundlage der so verbreiteten Kieselsäure (SiO_3; siehe Chemie). In der Mineralogie gebraucht man den Ausdruck „Kiesel" gewöhnlich für Kieselsäure. Diese kommt bald mit Erden, bald mit Metalloxyden verbunden vor. Die Zahl der Kieselerde-haltigen Mineralien ist beträchtlich. H. = 5—7, spec. Gew. = 4,5. Die meisten Verbindungen geben einen Strahl Funken. Alle sind in Wasser unlöslich, und liefern vor dem Löthrohre mit Soda geschmolzenes Glas.

Quarz. Grundform: Rhomboëder (Syst. 6). Gewöhnliche Gestalt ist die sechsseitige Säule. Farbe gewöhnlich weiß, durch Beimengung oft rostroth, dunkelroth, violett, blau, gelb rc. Durchsichtig bis durchscheinend, undurchsichtig spröde. Bruch muschelig. Glasglanz, Fettglanz. H. = 7, spec. Gew. = 2,5 bis 2,8. Von allen Säuren nur in Flußsäuren löslich. Vor dem Löthrohre mit Soda zu einem durchsichtigen Glase schmelzend. Folgende Abänderungen sind zu unterscheiden:

1) Bergkrystall. Krystallisirter Quarz, im reinsten Zustande farblos, wasserhell, bisweilen durch metallische Beimengungen gefärbt. Sechsseitige wasserhelle Säulen (siehe Figur 3) von beträchtlicher Größe. Oftmals kommen Mißbildungen vor; besonders schön krystallisirte mächtige Blöcke kommen im Urgebirge der Alpen vor, an der Grimsel im Vieschthale, Oberwallis rc., auch in Ungarn, der Dauphiné, Madagascar, Ceylon rc.

Figur 3.
Hexagonalsystem rc.



Der gelbe Bergkrystall wird Citrin und der schwärzliche Rauchtopas genannt.

2) Amethyst (violblauer Quarz, stängliger Quarz). Krystallisirt in stängligen Massen und Geschieben, violblau (durch Manganoxydul), auch grau oder weißlich. Bestandtheile: Kieselsäure und Manganoxydul. In Gängen des Urgebirges und in Kugeln des Mandelsteins und Porphyrs; z. B. bei Lichtenthal am Schwarzwald, Oberstein in Rheinpreußen, Schlottwitz in Sachsen, Ungarn, Ceylon, Tyrol rc.

3) Gemeiner Quarz. Krystallisirt (undeutlich, unkrystallinisch) in vielen körnigen Massen, weniger durchsichtig, von unreinerer Farbe, als der Berg-

krystall; fettglänzend, von splitterigem unebenem Bruche. Meistens derb, zerfressen, körnig oder sandartig. Macht einen Hauptbestandtheil aller Gebirgsformationen aus und ist jedenfalls das häufigste Mineral. Bildet den Quarzfels und kommt in vielen Spielarten vor, z. B. als Avanturin, gelb oder braun, von vielen kleinen Glimmerblättchen durchzogen (am Ural); als Rosenquarz, ein derber, schön rosenrother, durch Titan gefärbter Quarz, im Granit in Baiern, Schweden im Glimmerschiefer, Ceylon, Ural rc. Faserquarz weiß, von faserigem Gefüge bei Halle, im Serpentin, in Parma; als Schillerquarz bläulich-grau, grün, im Serpentin am Harz, im Diorit bei Hof in Baiern; als Milchquarz, milchweiß, besonders in Grönland rc.; als Fettquarz, Stinkquarz rc.

4) Eisenkiesel. Krystallisirt; derbe Massen, bei Sundwig, unweit Iserlohn auf Eisengängen, besonders schöne Krystalle finden sich bei Oviedo in Asturien. Gelb, roth, braun.

5) Hornstein. Nur derb. Grau, gelb, grünlich, braunroth von muschelig-splitterigem Bruch. Dem Feuerstein etwas ähnlich. Theils in Gängen, theils in Lagern oder einzelnen Knollen im Ur- und Uebergangs- auch im Flötzgebirge.

6) Der Jaspis. Derb. Knollige kugelförmige Massen. Gelb, roth, braun. Wegen seines größeren Gehalts an Thonerde und Eisenoxyd undurchsichtig. Sächsisches und böhmisches Erzgebirge, Harz, Ungarn, am hohen Hagen bei Göttingen rc.

7) Feuerstein. Derb. Knollige Masse. Hinreichend bekannt, findet sich besonders schön bei Paris und in Thongängen, ferner bei Goslar, Insel Rügen, Dänemark rc.

8) Kieselschiefer. Derb. Dichte Massen. Zusammensetzung: Kieselerde mit Beimengungen von Thon- und Talkerde, Eisenoxyd und anderen Stoffen.

9) Chalcedon. Selten in Krystallen, häufiger in nierenförmigen, traubigen Gestalten. Weiß, grau, blau, braun. Chemische Zusammensetzung: Kieselerde mit Beimengungen von Thonerde und Eisenoxyd. Kommt in den verschiedensten Farben vor, gelb als Carneol, in Deutschland in Sachsen und Baden, grün als Chrysopras (durch Nickeloxyd gefärbt) im Frankensteiner Gebirge in Schlesien, als Heliotrop, als Plasma rc.

10) Achat. Ein Gemenge von Chalcedon, Amethyst, Quarz, Hornstein und Jaspis. Mehrfarbig gestreift, schön gezeichnet. Sachsen, Oberstein, Idar, Schlesien, Sibirien u. s. w. Dient bekanntlich zu Kunstgegenständen und zu Reibschalen.

Eine besondere Gattung des Quarz ist der

Opal. Derb, eingesprengt, in nierenförmigen, knolligen Partien. Glas- oder Fettglanz. Bruch muschelig. Kieselerde mit Wasser, mit Beimengungen von Eisenoxyd, Thonerde, Kalkerde, oder anderen Stoffen, wodurch folgende

Abänderungen veranlaßt werden. Einige Arten desselben bieten ein eigenthümliches Farbenspiel, d. h. opalisiren, daher der Name Opal.

1) Edler Opal. Derb und eingesprengt, milch- und gelblich-weiß mit lebhaftem Farbenspiel. Stark glänzend. Ungarn.

2) Feueropal. Derb, eingesprengt. Hyacinthroth ins Honig- und Weingelbe. An lichten Stellen mit lebhaftem Farbenspiel. Durchsichtig. Starker Glasglanz. Faroër, Mexiko und Azoren.

3) Gemeiner Opal. Derb, knollig, nierenförmig, tropfsteinartig, milchweiß und gelb, roth und grün. Halbdurchsichtig bis durchscheinend. Besonders merkwürdig ist der Hydrophan, oder weiß-durchsichtige Opal, welcher an der Zunge hängt und Wasser einsaugt. Kieselsinter gehört ebenfalls hierher und ist amorph, röhrig, kugelig. Absatz aus heißen Quellen. Kieselguhr ist ebenfalls ein Absatz aus kieselhaltigen Massen und zeigt sich unter dem Mikroskop als aus Schalen oder Panzern von Infusionsthierchen bestehend.

Zweite Classe.

Mineralien mit metallischer Grundlage.

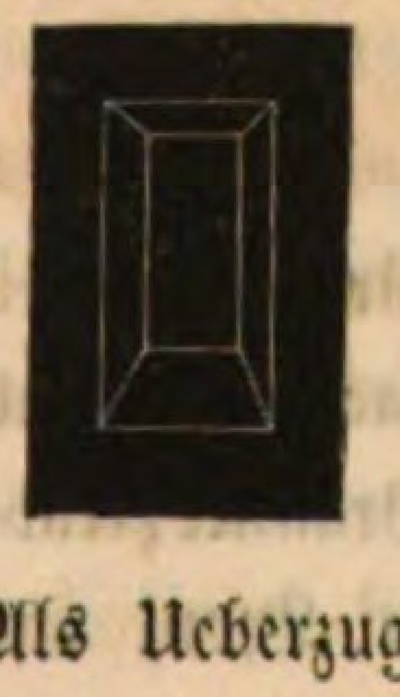
Erste Abtheilung. **Mineralien, deren Grundlage ein leichtes Metall ist.**

Erste Ordnung. Mineralien, deren Grundlage ein Alkalimetall ist.

Erste Gruppe. **Kalium.** Das Kali oder Kaliumoxyd bildet die Grundlage der hierher gehörigen Mineralien. Sie färben sämmtlich die Flamme des Löthrohrs violett, sind in Wasser auflöslich und schmecken salzig. Die reinen Kalisalze kommen sehr wenig in reichlicher Menge in der Natur vor, desto häufiger finden sie sich in den Doppelverbindungen der Feldspathe und Thone. Als natürliche Kalisalze sind hier folgende zu erwähnen:

Salpeter (Kali-Salpeter; KO, NO_5). Grundform ist die gerade rhombische Säule (siehe Figur 4; Syst. 3); meist in Nadeln, angeflogen oder als flockiger Ueberzug, weiß ins Gelbe und Graue. Härte = 2,0, spec. Gew. 1,9—2,0. Ist gewöhnlich mit kohlensaurem Kalk und Gyps verunreinigt, färbt die Löthrohrflamme violett, verpufft auf der Kohle und schmilzt. Als Ueberzug auf Wänden und Mauern in Höhlen und Gewölben, z. B. bei Würzburg, bei Reinhausen, in Hannover, Tyrol, Ungarn u. s. w.

Figur 4.
Rhomb. System.



Schwefelsaures Kali (Glaserit; KO, SO_3). Grundform: gerade rhombische Säule. Härte = 2, spec. Gew. = 1,7. Als Ueberzug oder Rinde auf Lava und im Krater des Vesuvs, weiß, grau, gelb.

Zweite Gruppe. **Natrium.** Dieses Metall findet sich in den betreffenden Mineralen entweder mit Chlor oder mit Sauerstoff und Säuren verbunden; sie färben die Löthrohrflamme gelb.

1) **Natron-Salpeter** (kubischer Salpeter, salpetersaures Natron; NaO, NO_5). Krystallinische Massen. Grundform ein stumpfes Rhomboëder (Syst. 6), weiß ins Grauliche, glasglänzend. Härte = 1,5, spec. Gew. = 2,0—2,9; verpufft auf glühenden Kohlen und schmilzt beim Erhitzen. In Lagern von beträchtlicher Ausdehnung in einer Höhe von 3300 Fuß im Innern von Peru an der Chilenischen Grenze.

2) **Kohlensaures Natron** (Soda), weiß, grau oder gelblich, in der Nähe von Mineralquellen und von Vulkanen. Ungarn, Asien, Vesuv, Aetna. Schiefrhombisch (Syst. 4; $NaO, CO_2 + 10 HO$). Im Innern der Barbarei kommt das Trona ($NaO, CO_2 + 4 HO$) als Ueberzug des Erdbodens vor, welches ebenfalls in schiefrhombischen Säulen krystallisirt.

3) **Glaubersalz** (schwefelsaures Natron; $NaO, SO_3 + 10 HO$), meistens in krystallinischen Nadeln und Spießen. Grundform ist die schiefe rhombische Säule (siehe Figur 5), weiß ins Gelbliche und Graue. Schmilzt vor dem Löthrohr und verwandelt sich in Schwefelnatrium; verwittert an der Luft. Auch als Ueberzug, durch Auswitterung von verschiedenen Steinen z. B. bei Ischel in Oesterreich, bei Hallein in Salzburg, ferner Tyrol, Aargau, Hildesheim, Karlsbad, Asien und Aegypten.

Figur 5.
Schief rhomb. Syst.



Von geringerer Wichtigkeit sind der Thenardit (NaO, SO_3) und der Glauberit ($NaO, SO_3 + CaO, SO_3$).

4) **Steinsalz** (Chlornatrium). Grundform Würfel (Syst. 1). Krystallinische und faserige Massen, weiß, grau, seltener gelb, glasglänzend, in Wasser leicht löslich. Die Löthrohrflamme gelb färbend. Härte = 2,5, spec. Gew. = 5,75; bildet oft mächtige Lager, von Gyps, Thon, Anhydrit begleitet. Hauptsächlich im Muschelkalk bei Dürrheim in Baden, im Würtembergischen, Schweiz, Oesterreich, Tyrol, England, Spanien, Nordamerika.

5) **Borax** (Tinkal, borsaures Natron; ($NaO, BO_3 + 10 HO$). Grundform ist die schiefe rhombische Säule (Syst. 4). Härte = 2—2,5, spec. Gew. = 1,5—1,7. Graulich-weiß, glasglänzend, wenig spröde, vor dem Löthrohr sich aufblähend. Am Ufer der Salzseen Tibets.

Dritte Gruppe. **Ammonium.** — Natürlicher Salmiak, dessen Grundform ein regelmäßiges Oktaëder (Syst. 1) ist, weiß, ins Gelbe, meistens als haarfeiner Ueberzug in Höhlen und Spalten von Lava der noch thätigen Vulkane, Braunkohlenbergwerken, als Erzeugniß von Steinkohlenbränden. In Rheinbaiern, bei Lyon, am Vesuv und Aetna. Flüchtiger Natur. Zusammensetzung: $NH_4 Cl$.

Zweite Ordnung. Metalle der alkalischen Erden.

Vierte Gruppe. **Calcium.** Die Grundlage dieser Mineralien bildet die Kalkerde oder das Calciumoxyd. Sie zeichnen sich durch eine vorherrschend weiße Farbe und dadurch aus, daß sie die Löthrohrflamme gelbroth färben.

1) **Kohlensaurer Kalk** (Rhomboëdrischer Kalk). Die Grundform ist das Rhomboëder (siehe Figuren 6, 6a und 6b; Syst. 6). Härte = 2,5 bis 3,5, spec. Gew. = 2,6 — 2,7. Farblos, weiß ins Gelbe, Grüne, Braune,

Figur 6. Figur 6a. Figur 6b.

Sechsgliedriges oder Hexagonalsystem.





Graue, Rothe u. s. w. Letztere Farben sind meistens durch Metalloxyde hervorgerufen. Glasglanz, durchsichtig, durchscheinend, muschelig und körnig. Zusammensetzung: CaO, CO_2; mit Säuren stark aufbrausend.

Kalkspath. Krystallisirter oder krystallinischer kohlensaurer Kalk. Zeigt eine seltene Mannigfaltigkeit der Krystallformen, so daß man über 700 Krystallabänderungen gezählt hat. Er hat auch den Namen Doppelspath erhalten, weil der Kalkspath von Island die Eigenschaft besitzt, eine doppelte Brechung der Lichtstrahlen zu veranlassen. Außer den krystallisirten Arten kommen noch folgende häufiger vor:

Faserkalk, vorzugsweise als Tropfsteinbildung, als körniger Kalk (Marmor), als Schieferspath, Kalktuff (Absatz aus Quellen), Schaumkalk, als dichter Kalkstein, welcher in großen Massen als Felsart auftritt. Ferner als Kreide, Mergelkalk, Bergmilch u. s. w.

Der kohlensaure Kalk findet sich in den verschiedensten Gesteinen und Gegenden, namentlich reich an schönen und mannigfaltigen Krystallen sind die Erzgänge von Andreasberg am Harz, besonders ausgezeichnete schöne 6seitige Säulen und Rhomboëder in den verschiedensten Abänderungen, so daß man dort 70 bis 80 verschiedene Formen zählt. Ferner Clausthal, Zellerfeld am Harz, Freiberg, Schneeberg, Tharant in Sachsen, Schemnitz in Ungarn, Böhmen, Auerbach in Hessen, England, Baden, als Doppelspath nur auf der Ostküste der Insel Island. Als Faserkalk hauptsächlich am Harz, Cumberland, Sachsen, Norwegen. Als Schaumkalk in Thüringen bei Hettstädt, bei Gera, am meisten aber in Hessen. Als Bergmilch besonders schön bei Stuttgart, unweit Urach in Würtemberg.

2) **Arragonit** (Prismatischer kohlensaurer Kalk). Grundform ist die gerade rhombische Säule (siehe Figur 4) mit Abstumpfung der scharfen Seitenkanten. Härte = 3,5 — 4, spec. Gew. = 2,8 — 3. Nadelförmig-spießige Krystalle, sehr häufig Zwillinge, auch faserige stänglige Massen, farblos, ins Gelbe, grau, gelblichweiß; Glasglanz. Bruch muschelig. Vor dem Löthrohr aufschwellend, in Säuren unter Aufbrausen sehr leicht löslich. Zusammensetzung: wie Kalkspath, aber mitunter kohlensauren Strontian enthaltend bis gegen 4 Procent. Molina und Valencia in Arragonien im Gyps. Saidschütz, Frankreich, in Baden im Dolerit des Kaiserstuhls, Würtemberg, Zellerfeld, auf Eisenerzen in Steiermark bei Kransdorf, in Thüringen u. s. w.

3) **Gyps** (schwefelsaurer Kalk). Grundform ist die schiefe rectanguläre Säule (siehe Figur 7), meistens tafelförmig, die häufigsten Formen sind die 6seitigen Säulen, meistens weiß, glasglänzend. Härte = 2, spec. Gew. = 2,4. Durchsichtig, tafelförmig, blätterig findet er sich als Gypsspath (Marienglas oder Fraueneis). Außerdem als Fasergyps, derb und plattenförmig von faserigem Gefüge, durchscheinend. Als körniger Gyps (Alabaster). Derb mehr feinkörnig, weiß, und als Gypsstein, endlich auch erdiger Gyps staubartig und zerreiblich. Zusammensetzung: $CaO, SO_3 + 2HO$. Sehr verbreitet, Thüringen, Braunschweig, England, Schweiz, Baden, Spanien. Als Alabaster vorzugsweise in Toscana und Oberitalien.

Figur 7.
Schief rhombisches System 4.



4) **Anhydrit** (wasserfreier schwefelsaurer Kalk). Grundform gerade rhombische Säule (Syst. 3), weiß ins Blaue, Rothe, Graue, halbdurchsichtig, durchscheinend. Bruch uneben, muschelig. Härte = 3,0 — 3,5, spec. Gew. 2,7 — 3. Kommt sowohl krystallisirt, als auch strahlig, körnig oder dicht vor. Zusammensetzung: CaO, SO_3. Tyrol, im Salzburgischen, Schweiz, Savoyen.

5) **Apatit** (Spargelstein). Grundform ist die 6seitige Säule, weiß, ins Gelbe, Blaue, Grüne, Rothe u. s. w. Bald in einzelnen Krystallen, bald säulenförmig oder eingewachsene Körner. Bruch muschelig. Härte = 5, spec. Gew. = 3,1 — 3,2. Zusammensetzung: 55 Kalkerde und 45 Phosphorsäure mit Fluorcalcium. Formel: $CaCl + 3CaO_3, PO_5$ oder $CaFl + 3CaO_3, PO_5$. Böhmen, Sachsen, England u. s. w.

6) **Flußspath**. Grundform regelmäßiges Oktaëder, weiß, roth, gelb, grün, blau. Glasglanz, durchsichtig. Bruch muschelig. Härte = 4, spec. Gew. 3,0 — 3,3. Zusammensetzung: 51,87 Procent Calcium, 48,13 Procent Fluor. Formel: $CaFl$. Krystallisirt, dicht, erdig. Schmilzt mit Phosphorsalz und Borax zu einem klaren Glase; mit Schwefelsäure übergossen liefert er flußsaure Dämpfe, welche das Glas ätzen. Am Rhein, Sachsen, Böhmen, Ungarn, am Harz und England.

7) **Datolith** (borsaurer Kalk). Grundform schiefe rhombische Säule, weiß ins Grünliche, durchscheinend. Härte = 5 — 5,5, spec. Gew. = 3,3.

Zusammensetzung: 34 Procent Kalk, 21,57 Borsäure, 36,66 Kieselsäure, 5,50 Wasser. Tyrol, Andreasberg und Norwegen.

8) **Apophyllit.** Grundform gerade quadratische Säule (s. Fig. 8 und 8a) (System 2), weiß ins Gelbe und ins Rothe, selten rosenroth; Glasglanz bis perlmutterglänzend, durchsichtig bis durchscheinend. Bruch muschelig. Härte = 4,5 — 5, spec. Gew. = 2,3 bis 2,4. Zusammensetzung: 52 Proc. Kieselsäure, 25 Proc. Kalkerde, 5 Proc. Kali, 10 Proc. Wasser. Böhmen, Tyrol, Schottland, Andreasberg u. s. w. Ferner gehören hierher z. B. Pharmakolith (arsensaurer Kalk), Tungstein (wolframsaurer Kalk), Tafelspath und mehrere seltenere.

Figur 8.



Figur 8a.



Fünfte Gruppe. **Barium.** Die Baryt- oder Schwererde (Bariumoxyd) macht die Grundlage der hierher gehörigen Mineralien aus, und ist in denselben mit Schwefelsäure und Kohlensäure verbunden. Ihr specifisches Gewicht beträgt 3,6 — 4,7, die Härte 3,0 — 3,5. Im reinen Zustande sind sie ungefärbt.

1) **Witherit** (kohlensaurer Baryt). Grundform ist die gerade rhombische Säule (siehe die Tafel am Schluß der Mineralogie). Büschelige Krystalle, häufig krystallinische, stängelig abgesonderte Massen. Weiß, gelblich, grau. Glasglanz. Bruch uneben. Schmilzt vor dem Löthrohr unter Leuchten und gelblichgrüner Färbung der Flamme zu weißem Emailglase. Mit Borax geschmolzen liefert er ein klares Glas. In Salpetersäure unter Aufbrausen löslich. Härte = 3 — 3,7, spec. Gew. = 4,2. Zusammensetzung: BaO, CO_2. Vorzugsweise in England und Schottland, im Salzburgischen, Steiermark, Ungarn.

2) **Schwerspath** (schwefelsaurer Baryt). Grundform ist die gerade rhombische Säule. Zahlreiche Krystallformen oder krystallinische hahnenkammförmige, stängelige, körnige, strahlige Massen. Farblos, röthlichweiß, fleischroth, gelblich, grau, grünlich, blau und braun. Glas- und Fettglanz. Vor dem Löthrohre schwer schmelzbar, stark zerknisternd. Säuren ohne Wirkung. Härte = 3 — 3,5, spec. Gew. = 4,3. Zusammensetzung: BaO, SO_3. Freiberg und Marienberg in Sachsen, Böhmen, Clausthal und Zellerfeld, Ungarn, Siebenbürgen, England. Als faseriger Baryt in Rheinbaiern, strahliger Baryt bei Amberg in Baiern &c.

Sechste Gruppe. **Strontium.** Die Mineralien, in denen das Strontiumoxyd oder die Strontianerde die Grundlage bildet, haben zwar viele Aehnlichkeit mit der vorigen Gruppe, weichen jedoch durch ein geringeres specifisches Gewicht von 3,5 — 4,10 ab und färben die Löthrohrflamme carmoisinroth.

1) **Strontianit** (kohlensaurer Strontian). Grundform gerade rhombische

Säule (Syst. 3). Sechsseitige Prismen mit zugespitzten, häufig krystallinischen Massen von stängeligem und strahligem Gefüge oder in kleinen Spießen und Nadeln. Weiß, grün, gelb, grau. Bruch uneben, muschelig. Härte = 3,5—4, spec. Gew. = 3,6. Vor dem Löthrohre an den Kanten anschwellend, in Säuren unter Aufbrausen löslich. Der nach dem Abdampfen mit Alkohol übergossene Rückstand brennt mit rother Flamme. Zusammensetzung: SrO, CO_2. Zu Strontian in Schottland, — daher der Name; Freiberg in Sachsen, Clausthal, Hamm in Westphalen, Polen 2c.

2) **Cölestin** (schwefelsaurer Strontian). Grundform ist die gerade rhombische Säule (Syst. 3). Krystalle nadelförmig, zu Drüsen und Büscheln verbunden, krystallinische und faserige Massen. Weiß, blau, grün; Glasglanz. Schmilzt auf Kohlen zu milchweißen Kugeln, färbt ebenfalls die Flamme schön carminroth. Säuren von geringer Wirkung. Dornburg bei Jena, Würtemberg, Ungarn, Oesterreich, Nordamerika. Zusammensetzung: SrO, SO_3.

Dritte Ordnung. Metalle der eigentlichen Erden.

Siebente Gruppe. **Magnesium.** Die Mineralien, in denen das Magnesiumoxyd oder die Talkerde die Grundlage bildet, sind meistens Verbindungen mit Wasser, Thonerde, Kieselsäure und einigen anderen Säuren. Das specifische Gewicht variirt zwischen 1,7—3,7, die Härte von 1—7.

1) **Magnesia** oder **Talkerdehydrat** (MgO, HO; natürliche Talk- oder Bittererde). Aeußerst selten krystallisirt (Grundform das 6seitige Prisma); meist in blätterigen Massen von strahligem Gefüge. Weiß ins Graue, perlmutterglänzend. Fühlt sich fettig an. Vor dem Löthrohre geglüht und mit salpetersaurer Kobaltoxydul-Lösung benetzt, wird es fleischroth gefärbt. Härte = 1,0 bis 1,05; spec. Gew. = 2,35.

2) **Magnesit** (kohlensaure Talkerde oder kohlensaure Magnesia; MgO, CO_2) findet sich entweder krystallisirt (Magnesitspath oder Talkspath) oder dicht. Grundform des krystallisirten Magnesits ist das Rhomboëder. Weiß ins Graue, Gelbe und Schwärzliche. Glasglänzend oder matt, durchscheinend, undurchsichtig. Bruch muschelig. Härte = 4; spec. Gew. = 3. Am Gotthard, Tyrol und im Zillerthal. Häufiger kommt jedoch der Magnesit kugelig, nierenförmig, dick, blätterig und dicht, matt und undurchsichtig vor. Das specifische Gewicht des dichten entspricht 2,9. Der Magnesit löst sich in Säuren unter Aufbrausen. Vor dem Löthrohre wie Talkerdehydrat. In Mähren, Schlesien, Steiermark, Piemont u. s. w. Als eine Verbindung von Talk- und Kalkerde ist hier der Bitterspath ($CaO, CO_2 + MgO, CO_2$) aufzuführen. Krystallisirt als Bitterspath, wasserhell, durchscheinend. Weiß ins Graue, durch Eisen und Mangan gefärbt. Bruch muschelig. Vor dem Löthrohre unschmelzbar. Härte = 3,5—4, spec. Gew. = 2,8—3. Tyrol, Salzburg, Gotthard, Norwegen,

Schottland. Er findet sich meistens in Spalten und Aushöhlungen des körnigen Lettenkalks als Dolomit. Derselbe ist aus krystallinisch-körnigen Theilchen zusammengesetzt; weiß, gelblich, schuppig, erdig, durchscheinend, undurchsichtig, matt; spec. Gew. 2,8. Phosphorescirt lebhaft auf einem erhitzten Metallblech. Alpen, Wallis, Kärnthen, am Gotthard, Schwaben, Franken.

3) **Talk** (Kieselsaure Talkerde). Härte = 1 — 1,5, spec. Gew. = 2,5 bis 2,8. Vor dem Löthrohre schwer, fast unschmelzbar; mit Kobaltlösung geglüht blaßroth werdend. Säuren ohne Wirkung.

A. Talk. Blätterige Massen, meist niedrige sechsseitige Tafeln. Grundform: spitzes Rhomboëder. Weiß, gelb, ins Grüne oder Graue. Fettglanz. Zusammensetzung: 30 Proc. Talkerde, 92 Proc. Kieselsäure mit etwas Kali und Eisenoxyd. Formel: MgO, SiO_3. Nach Anderen 35 Proc. MgO und 62 Proc. SiO_3 mit etwas Eisenoxyd und Wasser. Formel: $4MgO, 3SiO_3$. Gotthard, Tyrol, Zillerthal, Schlesien, Sachsen, Böhmen 2c.

B. Speckstein. Derb, eingesprengt, nierenförmig, traubig. Weiß ins Gelbe und Graue. Matt. Bruch splitterig. Sehr fettig anzufühlen. Formel: MgO, SiO_3. Baiern, Sachsen, Piemont 2c.

4) **Edler Serpentin** oder **Ophit**. Derb, dunkelgrün, schwärzlich. Bruch muschelig und splitterig. Selten in Krystallen. Grundform: gerade rhombische Säule. Härte = 3, spec. Gew. 2,5 — 2,6. Kaum schmelzbar. Chemische Zusammensetzung: 44 Proc. Talkerde, 42 Proc. Kieselsäure, 12 Proc. Wasser, 1 — 8 Proc. Eisenoxydul. Formel: $3(MgO, 2HO) + 2(3MgO, 2SiO_3)$. Edler Serpentin findet sich in Adern, Trümmern und Platten in Schlesien, Corsica, Schweden, Ural. Gemeiner Serpentin (Serpentinfels) Sachsen, Schlesien, Baiern, Mähren 2c.

5) **Meerschaum**. Knollig, derb, weiß ins Gelbliche und Röthliche. Matt. Bruch erdig. Der feuchten Lippe anhängend. Härte = 2,5, spec. Gew. = 1,0 — 1,2. Talkerde 27,80 Proc., Kieselsäure 60,87 Proc., Wasser 11,29 mit Eisenoxyd und Thonerde. Formel: $MgO, SiO_3 + HO$. Mähren, Madrid, Krimm 2c.

6) **Augit** (Pyroxen). Grundform: schiefe rhombische Säule (Syst. 4). Grün, grau, schwarz. Glasglanz. Härte = 5 — 6, spec. Gew. = 3,2 — 3,5. Mannichfache Krystallgestalten, auch derb und körnig. Vor dem Löthrohre zu einem verschieden gefärbten Glase schmelzend. Chemische Zusammensetzung: Talkerde von 0 — 20 Proc. und darüber wechselnd, Kalkerde von 1 — 24 Proc., Kieselsäure von 40 — 56 Proc., Eisenoxydul von 0 — 34 Proc., Thonerde von 0 — 10. Formel: $3\left\{\begin{matrix}MgO\\CaO\end{matrix}\right. + 2SiO_3$. Der Augit tritt in verschiedenen Arten auf, welche vorzugsweise in vulkanischen Gegenden vorkommen. Die hauptsächlichsten sind: Diopsid, Vulkanit, Kokkolith 2c.

7) **Hornblende**. Grundform: schiefe rhombische Säule. Härte = 5 — 6,

spec. Gew. = 2,9—3—4. Grau, gelb, grün, schwarz, in den verschiedensten Nüancen. Glasglanz. Vor dem Löthrohre mehr oder weniger leicht schmelzbar. Säuren von geringer Wirkung. Chemische Zusammensetzung: Kieselsäure, Talk-, Thon- und Kalkerde nebst Eisenoxydul in verschiedenen Verhältnissen. Als verschiedene Arten sind der Grammatit, Strahlstein und auch der Asbest aufzuführen. Allgemeine Formel für Hornblende und deren Arten: $CaO, SiO_3 + 3MgO, 2SiO_3$. Der Asbest kommt in faserigen, haarfeinen, weißen oder gelblichen, auch grauen oder braunen Partien von Seidenglanz vor. Die weiche elastische, biegsame, sanft anzufühlende Abänderung heißt Amiant, die plattenförmige gelblichbraune, Bergkork. Zusammensetzung des gemeinen Asbests ist: Talkerde 22, Kieselsäure 58, Kalkerde 15 und Eisenoxydul 3 Procent. Krystallisirte Hornblende findet sich namentlich in Böhmen, in der Schweiz, Schweden, Norwegen. Der gemeine Asbest kommt meistens dem Serpentin eingewachsen in der Schweiz, Tyrol, Steiermark, Sachsen ꝛc. vor.

8) **Hypersthen.** Grundform ist die gerade rhombische Säule, graulich, schwarz, ins Grüne und Braune, fast Metallglanz, durchscheinend bis undurchsichtig, spröde. Bruch uneben. Härte = 6, spec. Gew. 3,3. Zusammensetzung: 14 Procent Talkerde, 2,25 Thonerde, 1,5 Kalk, 24,50 Eisenoxyd, 54,25 Kieselsäure, 1 Wasser. Formel: $3Mg, 2SiO_3 + 3FeO, 2SiO_3$. Grönland und Cornwall, Küste von Labrador u. s. w.

9) **Schillerspath.** Nur derb in krystallinisch-blätterigen Massen. Grün ins Braune und Schwärzliche. Glasglanz. Bruch uneben. Härte = 3,5, spec. Gew. 2,6. Chemische Zusammensetzung: 53,73 Kieselsäure, 25,09 Talkerde, 12 Eisenoxydul, 3,75 Wasser mit etwas Manganoxydul, Thonerde und Kalkerde. Formel: $3MgO, 2SiO_3 + 3FeO, 2SiO_3$. Am Harze im Serpentin, in Salzburg und Toskana.

10) **Olivin** (Chrysolith). Grundform: gerade rectanguläre Säule (Syst. 3, siehe Figur 9). Härte = 6,5, spec. Gew. = 3,3. Deutliche Krystalle selten, meist krystallinische und körnige Massen, olivengrün, ins Gelbe, Rothe und Braune. Glasglanz, durchsichtig bis durchscheinend. Bruch muschelig. Vor dem Löthrohre unschmelzbar, mit Borax zu einer durch Eisen gefärbten Perle. Zusammensetzung: 41 Kieselsäure, 50 Talkerde, 10 Eisenoxydul. Formel: $\left.\begin{matrix}3MgO\\3FeO\end{matrix}\right\} + SiO_3$. Tritt in verschiedenen Abänderungen auf.

Figur 9.



11) **Boracit** (Würfelstein). Grundform: Tetraëder (siehe Figur 10). Härte = 7, spec. Gew. = 2,9—3. Schneeweiß, grünlich bis graulichweiß. Krystalle stets eingewachsen. Zusammensetzung: 30 Talkerde, 69 Borsäure. Formel: $MgO, 4BO_3$. Im körnigen Gyps am Segeberge im Holsteinischen und am Kalkberge bei Lüneburg.

Figur 10.



12) **Bittersalz** (schwefelsaure Magnesia). Grundform: gerade rhombische Säule. Kleine haarförmige Nadeln, büschelweise gehäuft, auch in körnigen Massen. Als Ueberzug und angeflogen, bisweilen mehlig, weiß ins Gelbe. Bruch muschelig, durchsichtig bis durchscheinend. Formel: $MgO, SO_3 + 7 HO$. Löst sich leicht in Wasser, findet sich häufig in Talkerde- und Schwefelkies-haltigen Gebirgsarten, des Kohlen-, Alaun-, Vitriol- und Thonschiefers, besonders häufig in Andalusien und Arragonien, Sibirien und Nordamerika, in geringerer Menge bei Clausthal, Tyrol, Aargau u. s. w. Namentlich kommt es aber in großer Menge in den Mineralquellen von Saidschütz, Pillna, Epsom und vielen Soolen vor. Als seltener vorkommende Mineralien gehören in diese Gattung noch z. B. der Holzasbest, Prikosmin, Anthophyllit, Chondrodit.

Achte Gruppe. **Aluminium.** Die Grundlage dieser Mineralien ist die Thonerde oder das Aluminiumoxyd. Die hierher gehörenden Mineralien sind meistens in Wasser unlöslich. Spec. Gew. zwischen 2,5 — 5; in manchen ist Kieselerde enthalten, welche gegen die Thonerde die Rolle einer Säure spielt und die sogenannten kieselsauren Verbindungen (Silicate) bildet; mitunter aber spielt die Thonerde selbst die Rolle einer Säure und bildet die Aluminate.

1) **Korund.** Grundform ist ein spitzes Rhomboëder (siehe Figur 11). Härte = 9, spec. Gew. = 3,9 — 4. Krystalle aufgewachsen, lose als Geschiebe, farblos, weiß, grau, gelb, braun, schön roth oder blau. Bruch muschelig. Glasglanz. Vor dem Löthrohre unveränderlich; gepulvert, mit Kobaltlösung benetzt und abermals geglüht wird er blau. Zusammensetzung: reine Thonerde, häufig durch etwas Eisenoxyd gefärbt. Formel: Al_2, O_3. Man unterscheidet folgende Abänderungen: 1) Saphir, ein sehr geschätzter Edelstein; einzelne Krystalle, häufiger Geschiebe; ist er schön blau, so heißt er Saphir, ist er roth, Rubin. Zusammensetzung des rothen orientalischen Rubins: 90 Thonerde, 7 Kieselsäure, 1,2 Eisenoxyd. Im aufgeschwemmten Lande, auf Ceylon, China, Siam, Persien und auch bei Bilin in Böhmen, auch in Basalt eingewachsen im Siebengebirge. 2) Gemeiner Korund. Krystalle rauh, matt, meist einzeln eingewachsen, grau, blau, roth, braun. Zusammensetzung desselben aus China: 84 Thonerde, 6,5 Kieselsäure, 4 Eisenoxyd; findet sich in Pyrmont, Ostindien, China und Nordamerika. Kommt meist aus China und Bengalen. 3) Smirgel. Derb, bläulich, grau, eingewachsen oder eingesprengt. Bruch uneben, feinkörnig. Zusammensetzung: 86 Thonerde, 3 Kieselsäure, 4 Eisenoxyd; meistens mit Magneteisen verunreinigt bei Schwarzenberg in Sachsen, auf Naxos, in Spanien, England, Irland, Mexiko.

Figur 11.



2) **Diaspor.** Grundform ist die gerade rhombische Säule. Härte = 6, spec. Gew. = 3,4. Krystallinische Massen, farblos, grau, gelb, grünlich-

weiß, glasglänzend. Vor dem Löthrohre unschmelzbar, mit Kobaltlösung blau werdend. Zusammensetzung: Thonerdehydrat (85 Thonerde, 15 Wasser). Formel: Al_2O_3, HO. Vorzugsweise Ural und in Schweden.

3) **Natürlicher Alaun**. Grundgestalt ist das regelmäßige Oktaëder. Es findet sich derselbe ausgebildet, aber auch als haarförmige, stängelige, krystallinische Massen; weiß ins Graue und Gelbliche. Bruch muschelig bis erdig. Härte = 2—3, spec. Gew. = 1,7—2. Löst sich in Wasser und schmeckt süßlich zusammenziehend. Man unterscheidet folgende Arten:

a. Kali-Alaun; farblos, gelblich und graulichweiß. Bruch muschelig. Härte = 2—2,5, spec. Gew. = 1,7. Zusammensetzung: schwefelsaure Thonerde und schwefelsaures Kali nebst Wasser. Formel: $KO, SO_3 + Al_2O_3, 3SO_3 + 24HO$. 10,8 Thonerde, 10,1 Kali, 33,7 Schwefelsäure, 45,4 Wasser. Als Ausblühung auf Braunkohlen- und Steinkohlenlagern, auf Alaunschiefer, in Hessen, Thüringerwald, ferner in Italien, am Vesuv, auf den liparischen Inseln, azorischen Inseln, bei Duttweiler.

b. Ammoniak-Alaun. Krystalle und faserige Partien. Härte = 2 bis 2,5; spec. Gew. = 1,7. Das Kali ist hier durch Ammoniak vertreten. Zusammensetzung: $NH_4O, SO_3 + Al_2O_3, 3SO_3 + 24HO$. Uebrigens wie vorher. In Braunkohlenlagern in Böhmen.

c. Natron-Alaun. Faserige krustenartige Massen. Härte = 2, spec. Gew. 1,8. Kali ist durch Natron vertreten. Zusammensetzung: $NaO, SO_3 + Al_2O_3, 3SO_3 + 24HO$. Am Vesuv, Insel Milo u. s. w.

d. Mangan-Alaun. Faserige, seidenglänzende Massen. Zusammensetzung: $MnO, SO_3 + Al_2O_3, 3SO_3 + 24HO$. Südafrika.

e. Eisen-Alaun. Haarförmige Krystalle, faserige Massen, in denen das Kali durch Eisenoxydul vertreten ist; findet sich als Begleiter von Eisenvitriol in Baiern, Persien ꝛc.

f. Magnesia-Alaun. Faserige seidenglänzende Massen, in denen das Kali durch Talkerde vertreten ist. Afrika, Capcolonie. Der sogenannte Feder-Alaun oder das Haarsalz besteht aus schwefelsaurer Thonerde und Wasser. Formel: $Al_2O_3, 3SO_3 + 18HO$. Bildet einen haarfeinen krystallinischen Ueberzug. Seidenglänzend, mitunter durch Eisen gelb gefärbt. Härte = 2, spec. Gew. 1,6. Unweit Bonn, in Böhmen, Saalfeld, in Thüringen, bei Dresden, Insel Milo, Neapel ꝛc. Die sogenannte Bergbutter ist ein durch verschiedene Beimengungen, namentlich durch Eisenvitriol verunreinigter Eisen-Alaun. Der in der Solfatara bei Puzzoli vorkommende Voltait, welcher auch in neuerer Zeit im Rammelsberge bei Goslar gefunden worden ist, steht dem Eisen-Alaun nahe, enthält aber wenig Thonerde.

Die hier besprochenen Alaune schmelzen auf der Kohle unter Aufblähen, und liefern, wenn sie nicht durch gefärbte Substanzen zu sehr verunreinigt sind, dieselbe Reaction wie die Thonerde.

4) **Aluminit.** Derb, in kleinen nierenförmigen Stücken, weiß ins Graue und Gelbe, matt, undurchsichtig. Härte = 1, spec. Gew. = 1,7. Zusammensetzung: 29 Thonerde, 23 Schwefelsäure, 46 Wasser. Formel: $Al_2O_3 + SO_3 + 9HO$. Nach anderen Analysen: $5Al_2O_3, 3SO_3 + 36HO$ (Marchand). Je nach den verschiedenen Fundorten abweichend. Halle, Würtemberg, bei Paris, Epernay, England u. s. w.

5) **Alaunstein** (Alunit). Grundform ist das Rhomboëder. Härte = 3,8 bis 4, spec. Gew. = 2,6. Krystalle und derbe Massen, wasserhell, ins Gelbe, Grüne, Rothe und Braune. Glasglanz. Bruch uneben. Wie das vorige Mineral vor dem Löthrohre unschmelzbar; Verhalten gegen Kobaltlösung wie Thonerde. Zusammensetzung: Nach Cordier 39,65 Thonerde, 10,02 Kali, 35,49 Schwefelsäure, 14,83 Wasser. Formel nach Rammelsberg: $(KO, SO_3 + Al_2O_3, 2SO_3) + 5Al_2O_3, 3HO$. Ungarn, Auvergne, im Kirchenstaate, Milo u. s. w. Der Alaunstein liefert geröstet, mit Wasser ausgelaugt, durch Krystallisation den sogenannten römischen Alaun.

6) **Wavellit.** Grundform ist die gerade rhombische Säule. Härte = 3,5—4, spec. Gew. = 2,3. Krystalle klein, nierenförmig, grünlichweiß, grün, blau, grau, braun, gelblich, Glas- bis Perlmutterglanz. Verhält sich vor dem Löthrohre wie die oben aufgeführten Mineralien. In Säuren auflöslich, giebt im Kolben erhitzt Wasser. Zusammensetzung: 35 Phosphorsäure, 36—37 Thonerde, 28 Wasser mit wenig Eisenoxyd und mitunter etwas Flußsäure. Formel im Wesentlichen wohl nur: $3Al_2O_3, 2PO_5 + 12HO$. Bei Gießen, Böhmen, Sachsen, Irland, England u. s. w.

7) **Kryolith.** Krystallinische Massen. Grundform ist das gerade rectanguläre Prisma. Härte = 2,2, spec. Gew. = 2,8. Schneeweiß, röthlich oder bräunlich, glasglänzend; schmilzt sehr leicht vor dem Löthrohre. In Schwefelsäure auflöslich unter Entwickelung von Flußsäure. Zusammensetzung: Thonerde 24, Flußerde 31, Natron 44. Formel: $3NaFl + Al_3Fl$. Fundort: Grönland. Dieses Mineral ist in neuerer Zeit für die Darstellung des Aluminium-Metalls sehr wichtig geworden.

8) **Spinell.** Grundform ist das regelmäßige Oktaëder. Härte = 8, spec. Gew. = 3,5. Meist kleine aber scharf ausgebildete Krystalle, roth, blau, gelb, braun und schwarz. Glasglanz, durchscheinend bis durchsichtig. Je nach der Farbe unterscheidet man:

a. Edlen, auch Rubin-Spinell genannt, rosen- bis blutroth. Findet sich im Schwemmlande auf Ceylon und in Peru.

b. Blauen Spinell; smalteblau bis ins Schwarze. In Schweden. Beide Arten dienen geschliffen als Schmucksteine.

c. Schwarzen Spinell, sammetschwarz, schwärzlich- bis bräunlichgrün. Ceylon, im südlichen Tyrol, Nordamerika, Frankreich, am Vesuv.

Der rothe Spinell wird durch Glühen schwarz und undurchsichtig, zuletzt

wieder roth. Der schwarze wird blau, vor dem Löthrohre unschmelzbar, mit Borax und Phosphorsalz zu farblosem Glase. Chemische Zusammensetzung wechselnd; die des rothen im Wesentlichen: 69 Thonerde, 26 Talkerde, 2 Kieselsäure, 1 Chromoxyd; die des schwarzen oder Pleonast: 67 Thonerde, 23 Talkerde, 1 Kieselsäure, 5 Eisenoxydul; die des blauen: 72 Thonerde, 14 Talkerde, 5 Kieselsäure, 4 Eisenoxydul. Formel im Wesentlichen: MgO, Al_2O_3. Reine Steine des rothen Rubin-Spinell von 24 bis 30 Karat werden ungefähr mit 200 oder 300 Thaler bezahlt.

Zeolithartige Mineralien oder Zeolithe (Kochsteine) *).

Die Zeolith-Familie umfaßt wasserhaltige Kieselsäure-Verbindungen (Silicate) von Thonerde, einem Alkali oder einer alkalischen Erde, gewöhnlich mit einem bedeutenden Gehalt an Wasser, welches beim Erhitzen vor dem Löthrohre ein Aufblähen oder Aufschwemmen veranlaßt, weshalb den hierher gehörenden Mineralien der obige gemeinschaftliche Namen beigelegt worden ist. Sie schmelzen leicht, sind in Säuren leicht löslich und geben in kaltem Wasser und mit Phosphorsalz ein Kieselskelett. Diese Mineralien erscheinen meistens schon krystallisirt oder als krystallinische Massen, weiß und glasglänzend. Sie gehören vorzugsweise den vulkanischen Gebirgsarten an.

9) **Zeolith** (Mesotyp, Faserzeolith). Grundform ist die gerade rhombische Säule. Gewöhnlich findet sich die Grundform mit abgestumpften Seitenkanten und oktaëdrischer Zuspitzung. Häufiger kommt er aber in nadelförmigen, strahligen Partien vor. Farblos, weiß ins Gelbliche und Röthliche. Glasglänzend, durchsichtig durchscheinend. Bruch uneben, bisweilen strahlenbrechend. In chemischer Beziehung unterscheidet man

A. Natrolith (Natronzeolith). Thonerde 25,60, Kieselsäure 47,21, Natron 16,12, Eisenoxyd 1,35, Wasser 8,88. Formel: $Na, SiO_3 + Al_2O_3, SiO_3 + HO$.

B. Kalkzeolith (Skolezit). Thonerde 25, Kieselsäure 48, Kalkerde 10, Wasser 13. Formel: $CaO, SiO_3 + Al_2O_3, SiO_3 + 3HO$.

C. Kalk-Natronzeolith. Thonerde 26,13, Kieselsäure 47, Kalkerde 9,35, Natron 5,47, Wasser 12,75. Formel: $NaO, SiO_3 + Al_2O_3, SiO + HO + 2 (CaO, SiO_3 + Al_2O_3, SiO_3) + 3HO$.

Die erste Art findet sich in vulkanischem Gestein, z. B. im Klingstein des Högaus, am Mägdeberg, am Kaiserstuhl im Breisgau, auf Island, den Faröern, am Meesner, am Siebengebirge u. s. w. Die zweite Art auf den Faröern und auf Island. Die dritte auf Island und in Tyrol.

10) **Stilbit** (Strahlzeolith, Dolomit, Blätterzeolith). Grundform ist die gerade rectanguläre Säule. Meistens in rhombischen Prismen mit abgestumpften

*) Von ζέειν, kochen, sieden, und ὁ λίθος, der Stein.

Seitenkanten, zuweilen in rectangulären Säulen. Härte = 3,5, spec. Gew. = 2. Krystalle sind oft büschelig gruppirt; auch in kugeligen maserigen Partien. Weiß ins Gelbe, Röthliche und Braune. Glasglanz, auf manchen Flächen perlmutterglänzend. Durchscheinend. Bruch uneben. Vor dem Löthrohre etwas schwierig schmelzbar. Von Salzsäure ohne zu gelatiniren zersetzt. Zusammensetzung: 58 Kieselsäure, 16 Thonerde, 8 Kalkerde und 17 Wasser mit etwas Kali und Natron. Formel: $Al_2O_3, 3SiO_3 + CaO_3, SiO_3 + 6HO$. Andreasberg, Faröer, Island, Königsberg, Arendal 2c.

11) **Analzim** (weißer Granat). Grundform ist der Würfel (siehe Fig. 13). Weiß, graulich- und röthlichweiß; Glasglanz, durchsichtig bis durchscheinend. Härte = 5, spec. Gew. = 2. Zusammensetzung: Thonerde 22, Kieselsäure 55, Natron 14, Wasser 8. Formel: $Al_2O_3, 3SiO_3 + NaO, SiO_3 + 2HO$. In Blasenräumen auf Klüften plutonischer Gesteine, Arendal, Andreasberg (auf Erzgängen und Lagern daselbst), ferner Fassathal, Vienza, Faröer u. s. w.

Figur 12.



12) **Heulandit.** Grundform ist das schiefe rechtwinkelige Prisma (siehe Figur 13). Härte = 3,5—4, spec. Gew. = 2. Krystallinische und blätterige Massen, weiß ins Gelbe oder Graue, auch fleischroth. Glasglanz bis Perlmutterglanz. Durchsichtig bis durchscheinend. Bruch muschelig. Zusammensetzung: Kieselsäure 60, Thonerde 16,7, Kalkerde 9, Wasser 14,5. Formel: $Al_2, 3SO_3 + CaO, 3SiO_3 + 5HO$.

Figur 13.



13) **Harmotom** (Kreuzstein). Grundform ist das rhombische Oktaëder. Härte = 4—4,5, spec. Gew. 2,3. Krystalle oft federartig gestreift, weiß ins Graue, Gelbe, röthlich. Glasglanz. Bruch muschelig und uneben. Zusammensetzung: Kieselsäure 47,25, Thonerde 15,67, Baryt (incl. etwas Kali, Natron und Kalkerde) 23,35, Wasser 13,75. Formel: $Al_2O_3, 3SiO_3 + BaO, 2SiO_3 + 5HO$.

Der Kali- oder Kalk-Harmotom enthält keinen Baryt, sondern etwa 7 Procent Kali und gegen 7 Procent Kalk. Im Mandelstein des Kaiserstuhls, ferner bei Marburg und Gießen, sowie in der Nähe von Rom, Andreasberg 2c.

14) **Leuzit.** Grundform ist der Würfel. Härte = 6,5—6, spec. Gew. = 2,48. Weiß ins Graue, Gelbe und Röthliche. Glasglanz. Durchsichtig bis undurchsichtig. Bruch uneben und muschelig. Vor dem Löthrohre unschmelzbar; mit Kobaltlösung wird er blau. Zusammensetzung: Thonerde 23, Kieselsäure 54, Kali 22. Formel: $3KO, 2SiO_3 + 3Al_2O_3, 2SiO_3$. Gemengtheil der Laven des Vesuvs und der Umgegend von Rom, ferner am Kaiserstuhl, auf den kanarischen Inseln.

15) **Laumontit.** Grundform ist das schiefe rhombische Prisma. Härte = 2,5, spec. Gew. = 2,3. Weißgelblich, weiß, fleischroth. Perlmutterglanz. Durchscheinend, zerfällt leicht an der Luft. Zusammensetzung: 51,8 Kieselsäure, 21,5 Thonerde, 11,3 Kalkerde, 15,4 Wasser. Formel: $Al_2O_3, 3SiO_3 + CaO, SiO_3 + 4HO$, oder nach Gerhardt: $3CaO_3, 2SiO_3 + 3(Al_2O_3, 2SiO_3) + 12HO$ — für 21 Procent Kalkerde berechnet. Am Gotthard, Südtyrol, bei Rom, Savoyen, Ungarn, Schweden, Norwegen u. s. w.

Hierher gehören ferner als zeolithartige Mineralien: Schabasit, Phrenit, Karpholith, Leonhardit und mehrere andere seltenere. Der Apophyllit, welcher gewissen Eigenschaften zufolge auch zu den Zeolithen gezählt werden könnte, ist früher erwähnt worden.

Feldspathartige Mineralien (Feldspathgruppe).

Wasserfreie Silicate von Thonerde und einem Alkali, oder Doppelverbindungen von kieselsaurer Thonerde und kieselsaurem Kali, Natron, Kalk, Baryt. Sie sind meist von lichter Farbe, krystallisirt oder krystallinisch und haben in ihrer chemischen Zusammensetzung, wenn man von dem Wasser absieht, viele Aehnlichkeit mit den Zeolithen; sind vor dem Löthrohre schwer schmelzbar, in Säuren meist unlöslich; ihre Härte geht bis 7, ihr spec. Gew. bis 3,3.

Man unterscheidet gewöhnlich kalihaltige, natronhaltige, natronkalkerdehaltige und kalkerdehaltige, endlich noch die seltenen lithionhaltigen.

16) **Feldspath** (Orthoklas, Kalifeldspath). Grundform ist die gerade rhombische Säule. Mannichfache, zum Theil vielverwickelte Krystallformen, krystallinische und derbe Massen. Weiß ins Röthliche, Graue und Grüne. Durchsichtig bis durchscheinend. Glas- bis Perlmutterglanz. Bruch muschelig, uneben bis splitterig. Säuren ohne Wirkung. Härte = 6, spec. Gew. = 2,4 — 2,6. Er besteht aus 1 Mischungsgewicht neutraler kieselsaurer Thonerde und 1 Mischungsgewicht neutralen kieselsauren Alkalis. Kieselsäure 65, Thonerde 18, Kali 11 (16,6) Eisenoxyd 1. Das Kali ist fast immer durch einen kleinen Antheil Natron und Kalk ersetzt. Formel: $KO, SiO_3 + Al_2O_3, 3SiO_3$. Man unterscheidet folgende Abänderungen: 1) den weißen, grauen oder gelben gemeinen Feldspath, welcher einen bedeutenden Antheil an der Erdrinde nimmt, namentlich in dem Granit und Gneiß, so z. B. in dem Fichtelgebirge, Schlesien, bei Daborts, Thüringerwald, am Ural, Nordamerika u. s. w. 2) den Adular oder Mondstein; opalisirender Feldspath von starkem Glasglanz, bisweilen mit einem bläulichen Lichtschein. Findet sich vorzugsweise am Gotthard, Tyrol, Norwegen, Frankreich u. s. w. 3) den glasigen Feldspath, graulichweiß, glasglänzend, rissig-gestreift. Im Siebengebirge, Kaiserstuhl, Ungarn, Vesuv u. s. w. 4) den nicht krystallisirten sondern dichten Feldspath (Feldstein) graulich, weiß, gelb, roth, grün, meistens von unreiner Farbe; macht einen Gemengtheil verschiedener

Gebirgsarten aus und ist als Grundmasse des Klingsteins und Feldsteinporphyrs zu betrachten.

17) **Albit** oder **Natronfeldspath**. Grundform ist die schiefe rhomboëdrische Säule. Härte = 6, spec. Gew. = 2,5. Meist kleine verwickelte Krystalle. Weiß, gelb ins Rothe und Grüne. Glas- bis Perlmutterglanz. Durchsichtig bis durchscheinend. Bruch uneben. Färbt die Löthrohrflamme gelb, obgleich er ebenfalls wie der Feldspath schwer schmelzbar ist. Zusammensetzung: Kieselsäure 69,3, Thonerde 19,1, Natron 11,6. Formel: $Al_2O_3, 3SiO_3 + Na, SiO_3$. Findet sich namentlich, aber derb, im Granit bei Freiburg, bei Heidelberg, krystallisirt in Schlesien, am Gotthard, Sachsen, Marburg, Tyrol, Schweden u. s. w.

18) **Labrador** oder **Kalkfeldspath**. Grundform ist das schiefe rhombische Prisma. Krystalle selten, meistens krystallinische, derbe Massen. Grau ins Grüne, Gelbe, Blaue spielend, von ausgezeichnetem Farbenspiele. Durchscheinend. Glas- bis Perlmutterglanz. Schmilzt leichter als Feldspath, giebt mit Borax eine blaue Perle. Härte = 6, spec. Gew. = 2,6. Zusammensetzung: Kieselsäure 55, Thonerde 26, Kalkerde 11, Natron 4, Eisenoxyd 1, Wasser 0,5. Formel: $\left.\begin{matrix}3CaO\\3NaO\end{matrix}\right\} 2SiO_3 + 4(Al_2O_3, SiO_3)$. Findet sich an der Küste von Labrador und in Finnland in großen Stücken, ferner bei Meißen, Hamm u. s. w.

19) **Spodumen** oder **Triphan**. Grundform ist das rhombische Prisma. Findet sich jedoch nur in derben, blätterigen oder körnigen Massen. Grünlichweiß ins Apfelgrüne, grau. Glas- bis Perlmutterglanz. Bruch uneben. Härte = 6,5, spec. Gew. = 3,1. Zusammensetzung: 28 Thonerde, 65 Kieselsäure, 6 Lithion, etwas Eisenoxyd, zuweilen noch etwas Natron. Formel: $4(Al_2O_3, 3SiO_3) + 3(LiO, SiO_3)$. Hierher gehört auch der Petalit, welcher ebenfalls lithionhaltig ist und in Schweden vorkommt. — Der am Vesuv vorkommende Nephelin enthält 15 Proc. Natron, 5 Proc. Kali, 31 Proc. Thonerde, 44 Proc. Kieselsäure. Die Grundform ist die sechsseitige Säule. Er ist farblos, gelblich- bis grünlichweiß. Man hat ihn auch an verschiedenen Orten in Deutschland entdeckt, so z. B. im Odenwald, in der Lausitz, Westphalen u. s. w. Ferner gehören hierher der Ryakolith, Natronspodumen, Anorthit, Baulit, Saussürit oder Bitterstein und mehrere andere seltenere. An diese Feldspathsteine schließen sich einige Mineralien, welche mehr ein Gemenge von Kieselsäure mit Feldspath zu sein scheinen, die durch große Hitzegrade meist glasig geschmolzen oder schlackig oder schäumig aufgetrieben sind, gleichwohl spielen sie in manchen Gegenden keine unbedeutende Rolle und stehen in nahen Beziehungen zu manchen Felsarten; solche sind z. B. folgende:

20) **Pechstein**. Derb, in großen Massen von unbestimmter Gestalt. Lauchgrün ins Braunrothe, gelb, schwarz. Bruch muschelig, uneben. Fett-

glanz. Härte = 5,5—6, spec. Gew. = 2,3. Schmilzt vor dem Löthrohre. Zusammensetzung: Kieselsäure 75, Thonerde 11—15 Procent, außerdem Alkalien und 4—8 Procent Wasser. Findet sich meistens bei Meißen und Planitz in Sachsen, in Ungarn, Spanien, Schottland u. s. w.

21) **Perlstein.** Concentrisch-schalige Körner von derber Masse. Perlgrau ins Gelbe, Braune und Röthliche. Perlmutterglänzend. Bruch muschelig. Härte = 6, spec. Gew. = 2,2. Zusammensetzung: 12 Thonerde, 75 Kieselsäure, mit wechselnden Mengen von Kali, Natron, Eisenoxyd und Wasser.

22) **Bimsstein.** Schwammige, blasige, sehr poröse Massen, leicht, meistens auf dem Wasser schwimmend. Glasglänzend bis seidenglänzend. Weiß, perlgrau, gelblich. Härte = 6, spec. Gew. = 2,2. Unauflösliche Säuren, schmilzt vor dem Löthrohre zu blasigem Glase, die geschmolzenen Kanten werden durch Kobalt blau gefärbt. Zusammensetzung: wechselnd etwa 70—80 Proc. Kieselsäure, 9,15 Thonerde, ferner Kali, Natron, Kalkerde, Eisenoxyd. Findet sich auf den liparischen Inseln, am Vesuv, bei Rom, Mexiko, in Deutschland bei Brohl unweit Lahr bei Andernach.

23) **Obsidian.** Derb, in Kugeln und in Körnern. Sammetschwarz ins Braune, Rothe, Grüne und Weiße. Glasglanz, durchscheinend. Bruch muschelig, spröde. Härte = 7, spec. Gew. = 2,3. Zusammensetzung ähnlich der des Bimssteins. Findet sich oft in großen Felsmassen mit Graphit, Bimsstein, Perlstein u. s. w. in der Nähe von Vulkanen, so z. B. am Vesuv, Aetna, auf den liparischen Inseln, auf Island u. s. w. Ferner können angeführt werden: der Wernerit, Gehlenit, Humboldtit, Porzellanspath, welche jedoch schon eine deutlichere Krystallform erkennen lassen; sie sind ebenfalls Verbindungen von kieselsaurer Thonerde mit kieselsauren Alkalien und alkalischen Erden. Als meistens nicht krystallisirte Thonerdeverbindungen mit Kieselerde ist ferner die Familie der Thone einzureihen, von denen nur wenige eine deutliche Krystallform zeigen; sie sind sämmtlich schwierig oder gänzlich unschmelzbar vor dem Löthrohre.

24) **Thon.** Derb, weich, zerreiblich. Weiß, gelb, grau, roth, braun, gefleckt, matt. Bruch erdig. Spec. Gew. = 1,8—2,6. Erweicht sich im Wasser zu bildsamen Massen und erhärtet im Feuer, fühlt sich fettig an und läßt einen eigenthümlichen (Thon-Geruch) erkennen. Zusammensetzung: Kieselsäure, Thonerde und Wasser, häufig mit etwas Eisenoxyd, Kalk, Quarzsand und kohligen Bestandtheilen; ungefähr 3fach kieselsaure Thonerde.

Man unterscheidet verschiedene Arten: 1) Töpferthon, Porzellan- oder Pfeifenthon; weiß, gelb, grau ins Rothe, Grünliche und Schwarze, welcher sich überall in Flözgebirgen findet, zuweilen auch in Gängen und Klüften des Granits, am ausgezeichnetsten aber in Begleitung der Braunkohlenlager als der sogenannte plastische Thon. Die ausgedehnte Benutzung ist hinreichend bekannt. 2) Letten, ein Thon von schieferigem Gefüge; 3) als Lehm.

25) **Porzellanerde** oder **Kaolin**. Derb, eingesprengt, bisweilen in Afterkrystallen. Weiß, gelblich, röthlich. Strich weiß, matt, undurchsichtig. Bruch erdig, zerreiblich. Fühlt sich sanft an. Spec. Gew. = 2,2. Ist der werthvollste aller Thone und aus verwittertem Feldspath entstanden. Zusammensetzung: $3Al_2O_3$, $4SiO_3 + 6HO$. Findet sich häufig durch Eisen gefärbt in Sachsen, bei Passau, Ungarn, England u. s. w. Das Kaolin macht den Hauptbestandtheil des Porzellans aus.

Als hierher gehörig ist ferner zu merken: der Thonstein, verhärteter Thon, derb, von grauer, grünlicher, bräunlicher Farbe, welcher sich in ausgedehnten Lagern unter dem bunten Sandsteine findet und die Grundmasse vieler Porphyre ausmacht; er kann als Mauerstein verwendet werden, z. B. am Schwarzwald, ferner bei Marienberg und Chemnitz in Sachsen. Als mehr oder weniger durch Eisenoxyd oder dessen Hydrat gefärbte Thone sind folgende zu erwähnen: die Gelberde, welche als Tüncherfarbe, der Trippel, der zum Poliren und Putzen benutzt wird, der Bolus oder die Siegelerde von weißer, rother oder grauer Farbe, welche sich fettig anfühlt und an die Zunge klebt; die Terra di Siena, ein brauner, als Malerfarbe benutzter Thon; das Steinmark, eine in derben Massen vorkommende kieselsaure Thonerde, welche im Feuer zu einer unzerbrechlichen Masse erhärtet, weißgrau, lavendelblau, fleisch- und ziegelroth, ockergelb; die Bergseife, derb, pechschwarz, ins Graue und Bläuliche, matt, findet sich bei Waltershausen in Thüringen in 6 Zoll mächtigen Lagern zwischen Lehm und Thon, ferner in Böhmen, Nassau rc.; sie ist eine kieselsaure Thonerde mit Eisenoxyd und Spuren von Kalk, wird zum Waschen grober Zeuge verwendet. Als krystallisirte Thone sind vorzugsweise folgende zu merken:

26) **Andalusit**. Grundform ist das gerade rhombische Prisma. Härte = 7,5, spec. Gew. = 3. Säulenförmige Krystalle. Fleischroth ins Violette und Graue, und ins Röthlichbraune. Fettglanz, durchscheinend bis undurchsichtig. Bruch erdig, zeigt in einer Richtung eine grüne, in der andern eine hyazinthrothe Farbe. Vor dem Löthrohre unschmelzbar; mit Kobaltlösung blau, wird von Säuren nicht angegriffen. Chemische Zusammensetzung: Kieselsäure 40, Thonerde 58. Formel: $4Al_2O_3$, $3SiO_3$. Nach anderen Analysen auch $3Al_2O_3$, $2SiO_3$. Findet sich in Tyrol, Sachsen, Schlesien, Mähren, Andalusien u. s. w. Aehnlich zusammengesetzt ist der Chiastolith oder Hohlspath, dessen in die Länge gezogenen Krystalle in der Mitte einen rhombischen schwärzlichen Kern oder ein Kreuz einschließen. Weißgrau. Härte = 5—5,5, spec. Gew. = 2,4. Verhält sich wie Andalusit vor dem Löthrohre. Findet sich im Thonschiefer eingewachsen, am Fichtelgebirge, am Harz, Pyrenäen.

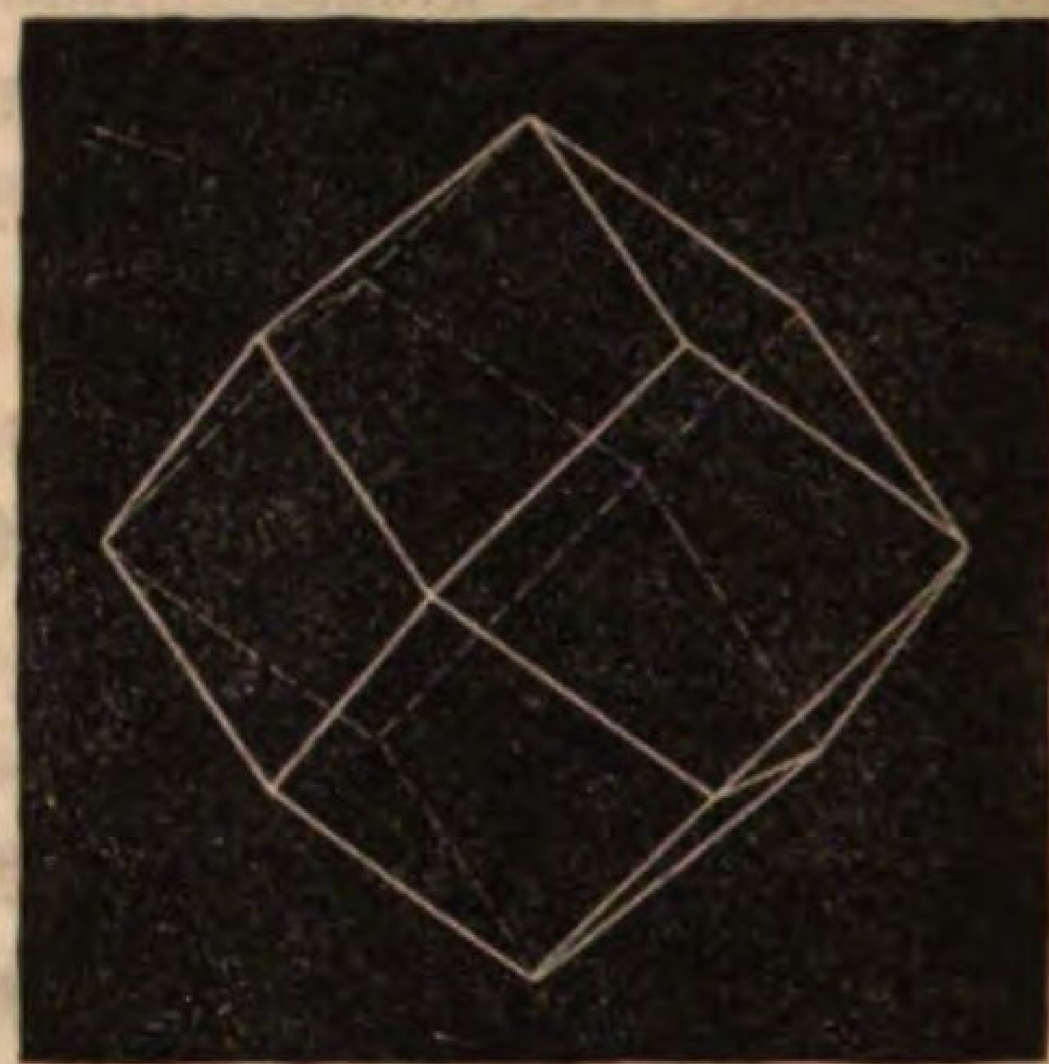
27) **Disthen** (Saphirspath oder Cyanit). Grundform ist die schiefe rhombische Säule. Härte = 5—6, spec. Gew. = 3,5. In die Länge gezogene glatte Krystalle, bisweilen Zwillinge, häufig in krystallinischen Massen, faserig, derb. Himmelblau bis dunkelblau (daher der Name Cyanit), ins Grünlichgelbe

oder Röthlichweiße, durchsichtig bis durchscheinend. Bruch uneben. Säuren ohne Wirkung. Zusammensetzung: 64 Thonerde, 36 Kieselsäure. Formel: $2 Al_2O_3, SiO_3$. Findet sich im Glimmerschiefer am Gotthard, in Tyrol, Steiermark, Kärnthen, Böhmen u. s. w.

Granaten.

28) **Granat.** Grundform ist der Rauten-Zwölfflächner (siehe Figur 14). Es findet sich diese, so wie mit Abstumpfung der Kanten Trapezoëder und Würfel, bisweilen körnig, massig oder derb. Rothgelb, grün, braunschwarz, durchsichtig bis durchscheinend und undurchsichtig. Glasglanz bis Fettglanz. Bruch muschelig bis uneben. Härte = 6—7,5, spec. Gew. = 3—3,3. Zusammensetzung sehr wechselnd. Der Granat ist eine Verbindung von 3 oder 4 Silicaten. Im Allgemeinen sind es Doppelverbindungen aus Drittelsilicaten (von Kalkerde, Eisenoxydul und Manganoxydul) und Thonerde, Eisenoxyd und Manganoxyd mit gleichen Antheilen Kieselsäure, so daß man hiernach folgende Arten unterscheidet:

Figur 14.



a. Kalkgranat. Weißgrünlich, weißgrün, hyazinthroth, unrein rothbraun ins Gelbe. Schmilzt leicht vor dem Löthrohre. Zusammensetzung: Kieselsäure 41, Thonerde 20, Kalkerde 33, Eisenoxyd 3. Die Kalkgranaten entsprechen daher hinsichtlich ihrer Zusammensetzung folgender Formel: $3 CaO, SiO_3 + Al_2O_3, SiO_3$. Es gehören dahin der Kaneelstein aus Ceylon, der röthlichgelbe Granat vom Gotthard; der Grossular von Wilui und der weiße Granat von Tellmarken.

b. Talkgranat. Kohlenschwarz. Schwacher Fettglanz. Schmilzt leicht zu einer nicht magnetischen Kugel. Zusammensetzung: Kieselsäure 42, Thonerde 22, Talkerde 13, Kalkerde 6, Eisenoxydul 9, Manganoxydul 6. Formel im Wesentlichen: $3 Mg, SiO_3 + Al_2O_3, SiO_3$. Fundort Arendal.

c. Eisengranat. Blutroth bis braunroth, ins Violette. Glasglanz. Schmilzt leicht vor dem Löthrohre zu einer magnetischen Kugel, mit Borax zu einem durch Eisen gefärbten Glase. Härte = 7—7,5, spec. Gew. = 3,5—4,3. Chemische Zusammensetzung: Kieselsäure 38, Thonerde 20, Eisenoxydul 32. Allgemeine Formel der Eisengranaten: $3 FeO, SiO_3 + Al_2O_3, SiO_3$. Hierher gehören der edle Granat oder Almandin und der gemeine Granat; der edle Granat ist kolumbin-, blut-, kirsch- oder bläulichroth, meist krystallisirt, durchsichtig bis durchscheinend, stark glasglänzend; findet sich glühendroth in schönen Krystallen in Grönland, ferner auf Ceylon, in Ungarn, auch in Steier-

mark und Tyrol u. s. w. Der gemeine oder braune Granat krystallisirt meist in der Grundform, oft sehr groß, rothbraun, häufig unrein. Findet sich im ganzen Alpen-Gebiet bei Auerbach, Mähren u. s. w. Der edle Granat dient geschliffen zum Schmuck und wird sehr hoch geschätzt. Ein reiner Granat von Ceylon von etwa 11 Linien Länge und 7 Linien Breite kostet etwa 300 Thaler.

d. Mangangranat. Roth ins Braune. Glasglanz. Formel: $3MnO, Si_3 + Al_2O_3, SiO_3$. Nicht häufig. Bei Brodbo unfern Fahlun, bei Aschaffenburg, Nordamerika rc.

e. Eisen-Kalkgranat. Roth ins Gelbe und Grüne oder Schwarze. Man unterscheidet den edlen, sammetschwarzen Granat oder Melanit, und den gemeinen braunen Pechgranat. Ersterer ist nicht häufig am Kaiserstuhl, Italien, Vesuv u. s. w. Der andere kommt namentlich in Schweden und Norwegen vor.

f. Kalk-Chromgranat (Uwarowit). Smaragdgrün durchscheinend, oft schön in der Grundform krystallisirt; findet sich im Ural.

g. Pyrop. Gewöhnlich in Körnern. Blut- bis hyazinthroth.

29) **Vesuvian** oder **Idokras** (pyramidaler Granat). Grundform ist das gerade quadratische Prisma. Grün, von verschiedenen Nüancen. Spec. Gew. = 3,0—3,4, Härte = 6,5. Zusammensetzung: Kieselsäure 37, Thonerde 18, Kalkerde 35, Eisenoxydul 4. Variirt sehr. Wahrscheinliche Formel: $3(3RO, SiO_3) + 2(Al_2O_3, SiO)_3$. Zuerst am Vesuv gefunden, und daher der Name. Ferner kommt er an der Bergstraße, in Baiern, Sachsen, Norwegen, Böhmen u. s. w. vor.

30) **Turmalin** oder **Schörl**. Grundform ist ein stumpfes Rhomboëder. Härte = 7—7,5, spec. Gew. = 3—3,3. Säulenförmige Krystalle, in der Regel nur an einem Ende ausgebildet (siehe Figur 15). Strahlige, nadelförmig-stängelige Partien, kommt in verschiedenen Farben und von verschiedener Zusammensetzung vor:

Figur 15.



1) Als gemeiner Schörl (schwarzer oder Kali-Turmalin). Schwarz, braun, gelb oder grün. Undurchsichtig bis durchscheinend. Vor dem Löthrohre, wie auch die andern Arten, zum Theil mehr oder weniger leicht, zum Theil nur an den Kanten schmelzend. In Borax auflöslich. Zusammensetzung: 38 Thonerde, 33 Kieselsäure, 23 Eisenoxydul, 2 Borsäure, 3 Natron und Kali, nebst etwas Kalk. Im Granit, überhaupt im Urgebirge der meisten Länder, am Gotthard, in Nordamerika, am Harz, Andreasberg, Sachsen, Böhmen u. s. w.

2) Der edle Turmalin (Rubellit). Pfirsichblüthroth, ins Violette, Blaue und Grüne, halbdurchsichtig bis durchscheinend. Zusammensetzung: 36 Thonerde, 42 Kieselsäure, 5 Borsäure, 2 Lithion, 2 Kali, 6 Manganoxyd und etwas Kalk. Mähren, Sibirien, Schweden, Brasilien.

3) Weißer oder blasser Turmalin (Achroit). Farblos, ins Grünliche, Gelbliche, Rosenrothe, sonst wie der vorige. Findet sich vorzugsweise auf Elba. Die schön gefärbten Turmaline werden zu Schmucksteinen verarbeitet. Besonders schätzt man aber die durchsichtigen rothen aus Sibirien, von denen 5 Linien lange, geschliffen, mit 80—200 Rubel bezahlt werden.

Die Turmaline zeichnen sich durch die Eigenschaft aus, daß sie erwärmt polarische Elektricität zeigen und eignen sich herrlich zu optischen (Polarisations-) Versuchen. Der Axinit oder Glasschörl ist röthlichbraun, ins Perlgraue, bläulich und grünlich. Kommt krystallisirt, eingesprengt und derb vor. Grundform ist die schiefe rhombische Säule. Ferner können hierher gezählt werden: der Staurolith, roth, röthlichbraun ins Gelbe. Grundform: gerade rhombische Säule. Vorkommen: am Gotthard, Tyrol, Pyrenäen, Siebenbürgen 2c. Die Krystalle dieses Minerals sind oftmals zu einem regelmäßigen Kreuz verwachsen. Ist ein wasserfreies Thonerde-Silicat und kann auch unter diese Verbindungen gezählt werden.

Der Epidot erscheint in meist verwickelten Krystallen, krystallinischen und nadelförmigen Massen, besitzt Glasglanz und unebenen Bruch. Gehört dem schief rhombischen Systeme an. Härte = 6—7, spec. Gew. = 3,3. Grün, braun, grau, dunkelroth u. s. w. Kommt in den verschiedensten Farben und von wechselnder Zusammensetzung vor. Man unterscheidet daher Kalk-, Eisen- und Mangan-Epidote. Die verschiedenen Arten kommen vor in Norwegen, besonders ausgezeichnet am Gotthard, Sachsen, Fichtelgebirge, Tyrol, Piemont.

Edelsteine.

Hierher gehören außer dem bereits angeführten Korund, Saphir, einige besonders geschätzte Schmucksteine, in denen die Thonerde die Hauptgrundlage spielt, nämlich: der Chrysoberyll, Topas, Lazulith und Türkis.

31) **Chrysoberyll.** Grundform: nach Einigen die gerade rectanguläre Säule, nach Anderen das rhombische Oktaëder. Härte = 8,5, spec. Gew. = 3,5. Deutliche Krystalle, selten. Spargel- oder grasgrün ins Olivengrüne. Glasglanz. Bruch muschelig, mit doppelter Strahlenbrechung. Zusammensetzung: Thonerde 78, Beryllerde 18, Eisenoxydul 3. Formel: Be_2O_3, Al_2O_3 (19 Beryllerde und 80 Thonerde) oder nach Anderen $Be_2O_3, 6\,Al_2O_3$. Brasilien, Sibirien, Ceylon, Mähren.

32) **Topas.** Die Grundform ist das gerade rhombische Prisma. Spec. Gew. = 3,4—3,5, Härte = 8. Farbe weiß, gelb, grün, blau, roth. Glasglanz, durchsichtig bis durchscheinend. Bruch muschelig. Vor dem Löthrohre unschmelzbar, wird durch Reiben positiv, durch Erwärmen polarisch-elektrisch. Zusammensetzung: 58 Thonerde, 34 Kieselsäure, 7,7 Flußsäure. Formel: $(Al_2O_3 + 2\,Al_2O_3, 3\,Fl) + 6\,Al_2O_3, SiO_3$, (mit 51 Proc. Thonerde und 38 Kieselsäure); n. A. $12\,Al_2O_3, SiO_3 + (2\,Al_2O_3, 3\,Fl) + 3\,Si\,2\,Fl$. Hiernach finden

sich in 100 Theilen 35,26 Kieselsäure, 54,93 Thonerde und 17,14 Fluor. Man unterscheidet verschiedene Abänderungen, von denen der edle Topas in durchsichtigen Krystallen und hellen Farben mit starkem Glasglanz vorkommt. Das Karat rothen brasilianischen Topases kostet ungefähr 10 Thaler, vom gelben 4 Thaler. Die sächsischen kosten à Pfund 8 bis 30 Thaler. Geschliffene reine rosenrothe von 8—9 Linien Länge und 6—7 Linien Breite werden mit etwa 100 Thalern bezahlt. Vorkommen: Brasilien, Sibirien, Sachsen, Böhmen, Schlesien.

Der Lazulith oder Lasurstein. Lasur- bis schwärzlichblau von unebenem körnigem Bruch, von 2,3—2,4 spec. Gew. Zusammensetzung: 11 Procent Thonerde, 16 Procent Kalkerde, 2 Procent Talkerde, 8 Procent Natron, 4 Procent Eisenoxydul, 43 Procent Kieselsäure, 2 Procent Schwefelsäure. Dient geschliffen als Schmuckstein. Findet sich in Sibirien, Bucharei, China, Thibet.

Der Türkis. Meistens derb, eingesprengt, nierenförmig. Himmelblau ins Apfel- und Pistaziengrüne. Härte = 6, spec. Gew. = 2,8—3,0. Zusammensetzung: 43 Thonerde, 30 Phosphorsäure, 4,5 Kupferoxyd, 3,5 Eisenoxydul, 18 Procent Wasser. Wird als Schmuckstein geschätzt, besonders der bläulichgrüne. Findet sich bei Oels, auch im Voigtlande und in Schlesien, Persien, Sibirien.

Glimmerarten oder glimmerartige Thonerdeverbindungen.

Die hierher gehörenden Mineralien krystallisiren meistens in kleinen dünnen Blättchen und sind durch einen metallischen Glanz ausgezeichnet.

Besonders verbreitet ist der gemeine oder Kaliglimmer (zweiachsiger Glimmer), welcher namentlich in vielen Felsarten in glänzenden Blättchen z. B. im Granit, Gneiß und Glimmerschiefer vorkommt. Grundform ist die schiefrhombische Säule, gewöhnlich 4—6seitige Tafeln, weiß, silberweiß, grau, gelb u. s. w. Glas- bis Perlmutterglanz, in dünnen Blättchen biegsam. Zusammensetzung: Kieselsäure 48, Thonerde 34, Kali 8, Eisenoxyd 4. Oft mit etwas Flußsäure. Härte = 2—2,5, spec. Gew. = 2,7—3. Der einachsige oder vulkanische Glimmer, welcher Talkerde enthält, findet sich in vulkanischen Gesteinen und kommt in tafelartigen, dem 6. System angehörenden Krystallen oder Schuppen vor. Dunkelgrün, braun, schwarz, von metallartigem Perlmutterglanz.

Unter den übrigen verschiedenen Glimmerarten ist besonders der Chlorit oder Kalkglimmer zu erwähnen. Dünne tafelartige Krystalle, deren Grundform die gerade rhombische Säule oder das 6seitige Prisma ist. Lauch- bis berggrün ins Schwärzliche oder Silberweiße. Härte = 1—1,5, spec. Gew. = 2,6. Zusammensetzung: Kieselsäure 31, Talkerde 32, Thonerde 18, Eisenoxydul 5, Wasser 12. Findet sich als Chlorschiefer in der Schweiz, Tyrol, Steiermark, Böhmen, Norwegen, Schweden u. s. f.

Endlich ist noch der Lithionglimmer von weißer, grünlicher, besonders

rosen- bis pfirsichblüthrother Farbe zu erwähnen. Vorkommen: Sachsen, Mähren, Corsica, Sibirien ꝛc.

Neunte Gruppe. Mineralien, in denen die Elementar-Grundlage das **Beryllium, Zirkonium, Yttrium, Thorium** und **Cer** ausmachen. Die hierher gehörenden Mineralien finden sich sehr selten und es sind daher hier nur die wichtigsten zu erwähnen.

1) **Beryll** (Smaragd). Grundform ist die 6seitige Säule (System 6). Smaragdgrün ins Weiße und Gelbe. Glasglanz, durchsichtig bis durchscheinend. Bruch muschelig. Härte = 7,5 — 8, spec. Gew. = 2. Er ist eine Verbindung von neutraler kieselsaurer Beryllerde. Mischungsgewicht: kieselsaure Thonerde. Man unterscheidet:

Edel-Smaragd. Meistens in kleinen oder mittelmäßigen grasgrünen Krystallen. Zusammensetzung: 12,5 Beryllerde, 15,7 Thonerde, 68,5 Kieselsäure. Eisenoxyd, Chromoxyd, Kalk in geringen Mengen. Allgemeine Formel: $Be_2O_3, 3SiO_3 + 2Al_2O_3, 3SiO_3$. Im Salzburgischen, Ural, Aegypten und Peru.

Beryll. Krystalle meist der Länge nach gestreift, apfelgrün ins Gelbe, grünlichweiß, wasserhell, seltener himmelblau oder rosenroth. Die reinen Abänderungen werden auch als edler Beryll bezeichnet, unter denen der blaugrüne Aquamarin genannt, am meisten geschätzt ist. Ein Karat wird gewöhnlich mit 2 Thalern bezahlt. Ein Karat des schönen Smaragd kostet hingegen 12 Thaler. Zusammensetzung eines sibirischen Berylls: 15 Beryllerde, 16 Thonerde, 66 Kieselsäure nebst etwas Eisenoxyd. Findet sich namentlich an der chinesischen Grenze, in Sibirien, Brasilien, Nordamerika. Der gemeine hingegen findet sich in Baiern, im Salzburgischen, Sachsen ꝛc.

Der prismatische Smaragd oder Euklas, dessen Grundgestalt die schiefe rhombische Säule ist und welcher etwa 22 Procent Beryllerde enthält, findet sich von berggrüner ins Weiße und Himmelblaue übergehender Farbe in Brasilien, Peru; sehr selten.

Der farblose ins Gelbe und Grünliche übergehende rhomboëdrische Smaragd oder Phenakit enthält 45 Procent Beryllerde mit 55 Kieselsäure. Findet sich selten im Ilmengebirge, Vogesen und Ural.

2) **Zirkon** (Hyazinth). Grundform ist das quadratische Oktaëder. Härte = 7,5, spec. Gew. = 4,5. Hyazinthroth ins Braune und Gelbe, grau, selten farblos, von diamantartigem Glasglanz und muscheligem Bruch. Nur die rothen sind von reiner Farbe. Zusammensetzung: Kieselsäure 33, Zirkonerde 65 mit etwas Eisenoxyd. Formel: $Zr_2O_3 + SiO_3$. Ceylon, Frankreich, Norwegen, Sibirien, Schlesien, Böhmen u. s. f. Die hochrothen, dunkelgrünen und dunkelgelben werden als Schmucksteine geschätzt. Ein Karat kostet etwa 24 bis 36 Thaler.

Der braune bis pfirsichrothe Eudialit enthält 16 Proc. Zirkonerde. Grundform ist das Rhomboëder.

3) **Gadonilit** oder **Ytterbit.** Grundform ist die schief-rhombische Säule. Härte = 6,5—7, spec. Gew. = 4. Pechschwarz ins Grünliche. Zusammensetzung: 25 Kieselsäure, 45 Yttererde mit (Terbinerde und Erbinoxyd) 12 Eisenoxydul, 6 Lanthanoxydul (Ceroxydul), 10 Beryllerde. Findet sich in der Gegend von Fahlun in Schweden, Norwegen, Grönland u. s. w.

4) **Thorit.** Derbe, schwarze Massen von 4,6 spec. Gew. Zusammensetzung: 58 Thonerde, 18 Kieselsäure, 10 Kalk, Eisen-, Mangan- und Uranoxyd, geringe Mengen von Bleioxyd, Zinnoxyd, Alkalien und 9 Procent Wasser. In Norwegen.

5) **Cerit.** Krystallinische, gewöhnlich derbe Massen. Kirschbraun, nelkenbraun, perlgrau. Gehört dem 6. Systeme an. Härte = 5,5, spec. Gew. = 5,9. Zusammensetzung: Kieselsäure 18, Ceriumoxyd 68, Eisenoxyd 2, etwas Kalk und 9 Procent Wasser, mitunter etwas Schwefelmolybdän und Schwefelwismuth. Das Ceriumoxyd enthält zugleich Lanthanoxyd, nach Hermann 33,38 Procent. Im Wesentlichen ist der Cerit ein kieselsaures Ceriumoxydul, Lanthanoxydul und Didymoxydul. Allgem. Formel: $3(CeO, DiO, LaO) Si_3 + 3HO$ oder auch $2(3RO, SiO_3) + 3HO$. Schweden und Grönland.

Anmerkung: RO ist ein Zeichen für die sämmtlichen Metalloxyde und Basen.

6) **Allanit.** Derb oder eingesprengt, von blätteriger Textur. Grundform ist die schief-rhombische Säule oder das gerade rhombische Prisma. Schwarz oder braun. Härte = 6,5—6, spec. Gew. = 3—4. Zusammensetzung ziemlich schwankend, Thonerde 16, Eisenoxydul 15, Ceroxydul 13, Lanthanoxyd 8, Kalkerde 12, Talkerde 5, Kieselsäure 34. Findet sich in Norwegen, Nordamerika, Schweden und neuerdings auch im Thüringerwalde bei Broderode und Ilmenau.

Zweite Abtheilung. **Schwere Metalle oder Mineralien, deren Grundlage ein schweres Metall ausmacht.**

Erste Ordnung. **Unedle Metalle.**

Zehnte Gruppe. **Eisen.**

1) **Gediegenes Eisen.** Grundform ist das Oktaëder. Selten krystallinisch, häufiger eingesprengt und in geschlossenen Massen. Stahlgrau ins Silber- und Zinnweiße. Metallglanz. Bruch hakig, magnetisch. Härte = 4,5, spec. Gew. = 7—8. In Säuren löslich.

Man unterscheidet das eigentliche gediegene oder tellurische Eisen und das meteorische. Ersteres erscheint fast ganz rein, mit etwas Kohlenstoff

und Graphit, seltener mit etwas Blei oder Kupfer. Das Meteoreisen hingegen pflegt, unter geringer Beimengung verschiedener anderer Substanzen, stets Nickel von 5 — 24 Procent zu enthalten. Das tellurische Eisen ist bis jetzt gefunden worden z. B. bei Kamsdorf in Thüringen, Connecticut, Brasilien, Ural u. s. w.; meteorisches Eisen in Böhmen, bei Hraschina unfern Agram; eine im Jahre 1749 bei Krasnojarsk entdeckte Masse (1270 russische Pfund), Brasilien (1784 angeblich 17,000 Pfund schwer), Ungarn (1814 194 Pfund), Böhmen (1829 100 Pfund schwer), 1847 bei Braunau und mehrere andere.

2) **Schwefelkies** oder **Eisenkies**. Grundform ist der Würfel. Messinggelb. Härte = 6 — 6,5, spec. Gew. 4,9 — 5. Zusammensetzung: 47 Eisen, 52 Schwefel, zweifaches Schwefeleisen FeS_2. Eins der verbreitetsten Erze, welches sich in allen Formationen findet.

3) **Strahlkies**. Grundform ist die gerade rhombische Säule. Lichtspeisgelb bis messinggelb. Härte = 6 — 6,5, spec. Gew. = 4,6. Krystalle tafelartig, säulenförmig, haarförmig. Schmilzt vor dem Löthrohre wie der Eisenkies zu einer magnetischen Kugel; mit Borax zu einer grünlich-schwarzen Kugel. In der äußeren Flamme bleibt rothes Eisenoxyd. Beide lösen sich in heißer Salpetersäure unter Zurücklassung von Schwefel. Zusammensetzung ziemlich wie vorher. Kommt nicht so häufig vor als Eisenkies, nämlich im Braunkohlengebirge. Schöne Krystalle findet man besonders am Harz, im sächsischen Erzgebirge, Cornwall.

4) **Magnetkies**. Grundform ist die 6seitige Säule. Härte = 3,5 bis 4,5, spec. Gew. = 4,4 — 4,7. Krystalle tafelartig, gewöhnlich kugelig, nierenförmig. Speisgelb ins Kupferrothe, auch tombackbraun. Metallglanz. Bruch muschelig. Schmilzt zu einer magnetischen Kugel. Zusammensetzung: 63 Eisen, 36 Schwefel. Formel: $FeS_2 + 6\,FeS$ oder nach Anderen $5\,FeS, Fe_2S_3$. Andreasberg, in der Oberpfalz, Sachsen, Schweden, Norwegen.

5) **Magneteisen** (Magneteisenstein). Grundform ist das reguläre Oktaëder mit Abänderungen. In Rauten-Achtflächnern, seltener in Würfeln. Dicht und körnig. Eisenschwarz und stahlgrau. Metallglanz. Bruch muschelig, sehr magnetisch. Härte = 5,5 — 6,5, spec. Gew. = 4,9 — 5,2. Mit Borax in der inneren Flamme grün. Zusammensetzung: Eisenoxyd 69, Eisenoxydul 31, demnach Eisenoxyduloxyd. Formel: FeO, Fe_2O_3. Tyrol, Piemont, Sachsen, Eisenach, Norwegen, Schweden (sehr mächtig), Mähren, England, Nordamerika u. s. w. Zuweilen ist das Magneteisen titanhaltig; es sind schon 9 — 11 Procent Titansäure darin gefunden worden.

6) **Titaneisen**. Grundform ist das reguläre Oktaëder und auch das rhombische. Eisenschwarz bis stahlgrau. Kommt oft in körnigen Partien vor. Zusammensetzung: Eisenoxyd mit wechselndem Gehalt Titansäure, von 13 — 53 Procent. Tyrol, Baiern, Norwegen, Schweiz, Frankreich u. s. w.

7) **Eisenglanz**. Grundform ist das Rhomboëder. Blätterige Partien

derb, körnig, strahlig. Stahlgrau ins Schwarze und Rothe. Härte = 5,5 — 6,5, spec. Gew. = 5 — 5,3. Zusammensetzung: 69 Eisen, 30 Sauerstoff, also Eisenoxyd: Fe_2O_3. Häufig durch Mangan, Titan, Kieselsäure verunreinigt. In der äußeren Flamme mit Borax dunkelroth, beim Erkalten gelblich, in der inneren grün. Abänderungen sind: 1) der krystallinische oder strahlige Eisenglanz. Elba, Vesuv, Schwarzwald, Steiermark, Böhmen, Sachsen, Hessen, Osnabrück, Iserlohn. In dünnen Blättchen als Eisenglimmer findet er sich in Sachsen, Schlesien, Ilefeld am Harz. Zweite Abänderung ist der dichte, faserige, erdige, kugelige, traubenförmige und derbe Rotheisenstein. Schwarz ins Stahlgraue und Bräunlichrothe. Man unterscheidet hiervon folgende Spielarten:

a. den faserigen Rotheisenstein (Glaskopf, Blutstein), wenig glänzend, stahlgrau ins Rothe.

b. Rotheisenrahm. Schuppig, locker, zerreiblich. Rothbraun, metallglänzend.

c. Rotheisenocker. Zerreiblich, matt, abfärbend. Bräunlichroth. Von erdigem Bruch.

d. dichten Rotheisenstein. Derb, spiegelnd. Von dichtem ebenem Bruch.

Der Rotheisenstein ist sehr verbreitet und findet sich in Ur-, Uebergangs- und älteren Flötzgebirgen, bekanntlich bisweilen in sehr beträchtlichen Massen z. B. am Harz, Thüringen, Schlesien, Sachsen u. s. w. Eisenglanz und Rotheisenstein gehören zu den ergiebigsten Eisenerzen.

Der thonige Rotheisenstein kommt gewöhnlich derb vor, und ist ein inniges Gemenge von Rotheisenstein und Thon. Ferner sind hier noch zu erwähnen der Röthel (rothe Kreide) und der rothe Kieseleisenstein.

8) **Brauneisenstein.** Grundgestalt ist das rhombische Prisma. Findet sich selten in krystallinischen Blättchen, häufiger derb, faserig, nadelförmig, haarförmig, nierenförmig, traubig, tropfsteinartig. Braun, schwärzlichbraun, gelblichbraun, ockergelb. Härte = 5 — 5,5, spec. Gew. = 3,6 — 4. Unvollkommener Metallglanz. Löst sich in Königswasser. Gegen Borax verhält er sich wie Eisenglanz. Zusammensetzung: 90 Eisen und 10 Wasser, darnach Eisenoxydhydrat. Formel: $Fe_2O_3 + HO$. Man unterscheidet im Allgemeinen faserigen und dichten Brauneisenstein. Ersterer ist der gelbe, braune und schwarze Glaskopf; derselbe besteht im Allgemeinen aus 2 Mischungsgewichten Eisenoxyd (85,29) und 3 Mischungsgewichten Wasser (14,71). Formel: $2Fe_2O_3, 3HO$; ferner den erdigen oder Brauneisenocker. Die 3 Arten begleiten sich in der Regel auf Gängen und Lagern, so z. B. Sachsen, Hessen, Thüringen, Harz, Siegen, Nassau, Baden, Baiern u. s. w. Ferner gehören hierher der braune Thoneisenstein, der ockergelbe Thoneisenstein von kugeliger Form, Bohnerz genannt; sämmtlich Eisenoxydhydrate mit wechselndem Gehalt von

Kieselsäure und Thonerde. Umbra, derb, leberbraun, unterscheidet sich noch durch einen Gehalt an Manganoxyd. Der derbe, erdige, ockergelbe Raseneisenstein, ein Eisenoxydhydrat mit Phosphorsäure, Kieselsäure, Thonerde und andern Beimengungen in unbestimmten Verhältnissen. Das in nadel- oder haarförmigen Krystallen vorkommende Nadeleisenerz; der in krystallinische Blättchen gruppirte oft hyazinthrothe durchscheinende Rubinglimmer (Göthit). Beide Arten sind im Wesentlichen Eisenoxydhydrate.

9) **Spatheisenstein** (Eisenspath). Grundform ist das Rhomboëder. Härte = 3,5 — 4,5, spec. Gew. = 3,6 — 3,9. Weiß ins Gelbe, Braune und Schwarze. Halbdurchsichtig bis undurchsichtig. Gefüge blätterig. Zusammensetzung im Wesentlichen: 57 Eisenoxydul, 36 Kohlensäure mit untergeordneten Mengen von Kalk, Talkerde und Manganoxyd. Formel: FeO, CO_2. Man unterscheidet im Allgemeinen den eigentlichen Eisenspath und den kugeligen oder nierenförmigen Sphärosiderit. Oligonspath ist eine Verbindung von kohlensaurem Eisenoxydul mit kohlensaurem Manganoxydul. Mesitinspath enthält neben kohlensaurem Eisenoxydul kohlensaure Talkerde. Hauptsächliche Fundorte des Eisenspaths sind z. B. der Harz, das Erzgebirge, Nassau, Tyrol, Hessen, Würtemberg, Braunschweig, Schlesien, Frankreich, England u. s. w. In den letzteren Ländern findet sich namentlich der thonige Eisenspath.

10) **Eisenvitriol** (schwefelsaures Eisenoxydul). Grundform ist die schiefe rhombische Säule. Gewöhnlich nur kleine haarförmige Krystalle, als Ueberzug und derb. Grün ins Bläuliche und Weiße (siehe Chemie). Härte = 2, spec. Gew. = 1,8 — 2. Findet sich als neueres Erzeugniß namentlich in Folge der Zersetzung des Wasserkieses in alten und neuen Grubengebäuden z. B. am Harz, Rheinbaiern, Erzgebirge, Tyrol, Böhmen u. s. w.

11) **Blaueisenstein** (Eisenblau, phosphorsaures Eisen). Grundform ist die schiefe rectanguläre Säule. Härte = 1,5 — 2, spec. Gew. = 2,6. Säulen- oder nadelförmige Krystalle, blätterig, strahlig, erdig (blaue Eisenerde). Indigoblau ins Schwärzliche. Zusammensetzung: 33 Eisenoxydul, 12 Eisenoxyd, 29 Phosphorsäure, 25 Wasser. Findet sich in Lagern in der Oberpfalz, Siebenbürgen, Rußland u. s. w.

Der derbe Grüneisenstein, dunkellauchgrün, besteht aus 63 Eisenoxyd, 27 Phosphorsäure und 8 Wasser.

12) **Würfelerz** (arseniksaures Eisen, Pharmakosiderit). Grundform ist der Würfel. Es findet sich dieser mit Abstumpfungen, so wie auch in körnigen und eingesprengten Massen. Grün ins Gelbliche, Orangefarbige. Härte = 2,5, spec. Gew. 2,9 — 3. Zusammensetzung: 39 Eisenoxyd mit Eisenoxydul, 37 Arsensäure, 2,53 Phosphorsäure, 14 Wasser und etwas Kupferoxyd. Formel: $3FeO, AsO_5 + Fe_2O_3, 2AsO_5 + 18HO$. Löst sich in Salzsäure. Findet sich im Schwarzwald, in Sachsen, Frankreich und England. Zu erwähnen ist ferner der Skorodit, im Wesentlichen arseniksaures Eisenoxyd mit

Wasser, in rhombischen Oktaëdern, aber auch traubig. Grün ins Schwarze und Lederbraune. In Sachsen, Kärnthen, England und Brasilien.

Der schmutziggrüne *Arseniksinter*, welcher tropfsteinartig vorkommt, ist ebenfalls arseniksaures Eisenoxyd. Das *Eisenerz*, tropfsteinartig, nierenförmig, derb, von röthlicher, gelblicher, schwärzlichbrauner Farbe, besteht aus 35 Eisenoxyd, 25 Arsensäure, 8 Schwefelsäure, 29 Wasser. In Salzsäure löslich. In Sachsen und Schlesien.

Die zur Malerei dienende *Grünerde*, welche sich in Sachsen, am Harz bei Oberstein, auf Cypern findet und namentlich von Verona in den Handel kommt, ist kugelig, derb, von olivengrüner Farbe. Zusammensetzung: 28 Eisenoxyd, 53 Kieselsäure, 2 Talkerde, 10 Kali, 6 Wasser.

Elfte Gruppe. **Mangan.** Manganerze oder Mineralien, in denen das Mangan die metallische Grundlage bildet. Das Mangan findet sich in diesen Mineralien meistens mit Sauerstoff verbunden.

1) **Manganblende** (Manganglanz oder Schwefelmangan). Grundform ist der Würfel. Kommt in dieser und in Oktaëdern, häufiger derb vor. Eisenschwarz. Metallglanz. Bruch uneben. Härte = 3,5, spec. Gew. = 3,9. Schmilzt mit Borax zu violettem Glase. Zusammensetzung: Mangan 62, Schwefel 37. MnS. Siebenbürgen, Brasilien, Mexiko.

2) **Hausmannit** (Schwarz-Manganerz, Manganoxyduloxyd). Grundform ist das quadratische Oktaëder (siehe Figur 16). Meist in kleinen Krystallen aber auch derb und körnig. Bräunlichschwarz. Härte = 5,5, spec. Gew. = 4,7. Zusammensetzung: 69 Manganoxyd und 31 Manganoxydul. Formel: Mn_2O_3, MnO. Am Harz, bei Ilmenau und Schneeberg ꝛc.

Figur 16.
Quadratisches System.



3) **Hartbraunstein** (Manganoxyd, Braunit). Grundform ist das quadratische Oktaëder. Härte = 5, spec. Gew. = 48. Dunkelbraun, schwarz. Unvollkommener Metallglanz. Zusammensetzung: 70 Mangan und 30 Sauerstoff. Formel: Mn_2O_3. Findet sich in Thüringen, bei Ilmenau und Elgersburg, Ilefeld am Harz, Schmalkalden in Hessen, in Piemont, Nordamerika u. s. w.

4) **Manganit** (Graubraunstein). Grundform ist das rhombische Prisma. Bräunlichschwarz ins Eisenschwarze. Unvollkommener Metallglanz. In dünnen Blättchen, etwas durchscheinend. Bruch uneben, feinkörnig. Gefüge blätterig. Härte = 4, spec. Gew. = 4,3. Zusammensetzung: 89 Manganoxyd, 10 Wasser. Formel: Mn_2O_3, HO. Manganoxydhydrat. Nassau, Ilefeld, Schweden, England u. s. w.

5) **Pyrolusit** (Graubraunsteinerz, Manganhyperoxyd). Grundform ist das gerade rhombische Prisma. Härte = 2—2,5, spec. Gew. = 4,8. Spießige nadelförmige Krystalle oder traubige dichte Massen. Eisenschwarz ins

Stahlgraue. Metallglänzend, abfärbend. Mit Borax oder Phosphorsalz liefert er in der äußeren Flamme ein amethystfarbenes Glas. Zusammensetzung: 63 Mangan, 36 Sauerstoff. Formel: MnO_2. Findet sich theils strahlig und blätterig, theils dicht oder erdig. Bei Ilefeld, Ilmenau, Saarbrücken, Schwarzwald, Schlesien, Böhmen, Ungarn u. s. w.

6) **Psilomelan** (Hartmanganerz). Von unbestimmter Gestalt. Derb, strahlig, faserig, traubig. Eisen- oder bläulichschwarz ins Stahlgraue. Bruch flachmuschelig. Härte = 5,6, spec. Gew. = 4. Ist wahrscheinlich eine Verbindung von Manganoxydul mit Manganhyperoxyd, mit Baryt und Kali nebst Wasser. Findet sich sehr häufig am Schwarzwald und am Harz, bei Siegen, Schmalkalden, Sachsen, Schwarzwald, Frankreich u. s. w.

7) **Manganspath** (kohlensaures Manganoxydul). Grundform ist das Rhomboëder. In Krystallen, kugelig, nierenförmig, blätterig. Rosenroth ins Braune. Perlmutterglanz. Bruch uneben. Härte = 3,5, spec. Gew. = 3,4. Zusammensetzung: Manganoxydul 61, Kohlensäure 38. Formel: MnO, CO_2. Ist aber selten rein, sondern häufig mit Kalkerde, Eisenoxydul und Talkerde untermengt. Findet sich namentlich auf Gängen mit Blei und Silbererzen, begleitet von Dolomit. Sachsen, Ungarn, Siebenbürgen u. s. w.

Ferner gehören hierher der Manganschaum. Kugelig, traubig, erdig. Schwärzlichbraun. Eine Verbindung von Manganhyperoxyd und Manganoxydul mit Wasser und verschiedenen Erden. Harz, Nassau, Gießen u. s. w. Ferner der Kieselmangan. Blätterig, dicht. Roth, weiß, oder braun. Im Wesentlichen doppeltkieselsaures Manganoxydul. Der nußbraune Triplit (phosphorsaures Manganoxydul). Das in Thüringen und Böhmen vorkommende Kupfermanganerz. Traubig, derb, nierenförmig. Bläulich bis graulichschwarz. Der stahlgraue Crednerit. Im Wesentlichen eine Verbindung von Manganoxyd mit Kupferoxyd. Bei Friedrichrode (Thüringen).

Zwölfte Gruppe. Kobalt.

1) **Glanzkobalt** oder **Kobaltglanz**. Grundform ist der Würfel. Silberweiß ins Röthliche. Herrlicher Metallglanz, undurchsichtig. Bruch uneben, spröde. Härte = 5, spec. Gew. = 5,9. Zusammensetzung: 35 Kobalt, 45 Arsen, 20 Schwefel. Formel: $CoS_2 + CoAs$. Schlesien, Norwegen, Schweden, Elsaß, Siegen (faseriger Kobaltglanz).

2) **Speiskobalt** (Arsenkobalt). Grundform ist der Würfel. Zinnweiß ins Stahlgraue. Härte = 5,5, spec. Gew. = 6,2. Zusammensetzung im Wesentlichen 71 Arsen und 28 Kobalt. Formel: $CoAs$. In Gängen des Ur- und Uebergangsgebirges. Saalfeld, Hessen, Ems, Schwarzwald, Schneeberg, Böhmen u. s. w. Beide Erze färben die Borax- und Phosphorsalzperle blau.

Der Eisenkobaltkies von Schneeberg enthält 18 Procent Eisen und entspricht der Formel $\left.\begin{matrix}Co\\Fe\end{matrix}\right\} As_2$.

3) **Erdkobalt** (Kobaltschwärze). Derb, kugelig, traubig. Eine Verbindung von Manganhyperoxyd mit Kupfer- und Kobaltoxyd. Manche Erdkobalte enthalten nur Spuren von Mangan aber viel Arsen. Saalfeld, Hessen, Schwarzwald u. s. w.

4) **Kobaltblüthe** (arsenikſaures Kobaltoxydul). Grundform ist die schiefe, rectanguläre Säule. Pfirsichblüthroth. Erdig oder feine nadelförmige Krystalle. Härte = 2—2,5, spec. Gew. = 2,9. Vor dem Löthrohre entweichen Arsendämpfe. Zusammensetzung: Kobaltoxyd 37, Arsensäure 38, Wasser 24. Formel: $3 CoAs_5 + 8 HO$. Als neueres Erzeugniß auf Gängen, besonders mit Kobalterzen. Saalfeld, Andreasberg, Schneeberg, Cumberland, Hessen u. s. w.

5) **Kobaltkies** oder **Schwefelkobalt** (Kobalt 57, Schwefel 42). Dessen Grundform das reguläre Oktaëder. Derb und eingesprengt. Röthlich, silberweiß. Findet sich namentlich bei Meißen, im Siegen'schen und in Schweden. Härte = 5, spec. Gew. = 6,3. Formel: $CoS + 2 CoS_3$.

Der Kobaltvitriol (schwefelsaures Kobaltoxydul), blaßroth, findet sich als Ausblühung in Kobaltgruben z. B. Hessen, in Hanau.

Dreizehnte Gruppe. **Nickel.**

1) **Schwefelnickel** (Nickelkies). Nadel- und haarförmige Krystalle und daher auch Haarkies genannt. Grundform ist das 6seitige Prisma. Messinggelb ins Speisgelbe. Metallglanz, undurchsichtig. Härte = 3—3,5, spec. Gew. = 5,2—5,6. Schmilzt vor dem Löthrohre zu einer magnetischen Kugel, giebt mit Borax in der äußeren Flamme nach dem Erkalten ein gelblich- bis dunkelrothes Glas. Zusammensetzung: 64 Nickel, 35 Schwefel. Formel: NiS. Sachsen, Böhmen, Kamsdorf, Hessen.

2) **Nickelglanz** (Nickelarsenikkies). Grundform ist der Würfel. Findet sich in dieser und auch derb. Bleigrau bis zinnweiß, meist schwärzlich oder auch bunt angelaufen. Härte = 5,5, spec. Gew. = 6—6,1. Zusammensetzung: Nickel 31, Arsen 48, Schwefel 20. Formel: $NiS_2 + NiAs$. Am Harz, Lobenstein, Schweden u. s. w.

3) **Kupfernickel** (Rothnickelkies oder rother Arsennickel). Grundform ist muthmaßlich die 6seitige Säule. Höchst selten in krystallinischen Partien, häufiger derb, kugelig, tropfsteinartig. Kupferroth ins Grauliche oder Weiße, grün anlaufend. Bruch uneben bis muschelig. Entwickelt vor dem Löthrohre Arsendämpfe und reagirt auf Nickel. Härte = 5—5,5, spec. Gew. = 7,6. Zusammensetzung: 44 Nickel und 56 Arsen. Formel: NiAs. Oft antimonhaltig. Freiberg, Schneeberg, Saalfeld, Andreasberg, Hessen, Böhmen u. s. w.

4) **Weißnickelkies** (Arseniknickel). Gehört dem 1. Systeme an. Zinnweiß, grau, schwärzlich. Härte = 5,5, spec. Gew. = 7,1. Zusammensetzung: 28 Nickel und 71 Arsen. Formel: $NiAs_2$. Schneeberg, Harz, Hessen.

5) **Antimonnickel.** Grundform ist die 6seitige Säule. Derb und

eingesprengt, außerdem meist kleine Krystalle. Licht-kupferroth, violett anlaufend, stark glänzend. Härte = 5, spec. Gew. = 7,5. Zusammensetzung: 31 Nickel, 68 Antimon. Formel: NiSb. Andreasberg.

6) **Nickelantimonglanz** (Antimonnickelglanz). Grundform ist der Würfel. Gewöhnlich derb. Blei- bis stahlgrau, bisweilen bunt angelaufen. Härte = 5 bis 5,5, spec. Gew. = 6,2—6,5. Zusammensetzung: 26 Nickel, 58 Antimon und 14 Schwefel. Formel: $NiSb + NiS_2$. Westerwald, Harzgerode, Lobenstein.

Zu erwähnen sind ferner: Nickelocker oder Nickelblüthe. Haarförmige flockige Krystalle, auch derb. Aus Arsensäure nebst Nickeloxydul und Wasser zusammengesetzt. $3NiO, AsO_5$. Schneeberg, Saalfeld, Hessen.

Der seltener vorkommende Wismuthnickelkies. Licht-stahlgrau ins Silberweiße, besteht aus 45 Nickel, 17 Wismuth und 36 Schwefel. Grünau, in Westphalen.

Vierzehnte Gruppe. **Kupfer.**

1) **Gediegenes Kupfer.** Grundform ist muthmaßlich der Würfel; es finden sich jedoch auch Oktaëder mit Abänderungen. Ferner ästig, zackig, baumförmig, drahtförmig u. s. w. Kupferroth, auch braun und gelb angelaufen. Härte = 2,5—3, spec. Gew. = 8,9. Gewöhnlich frei von Beimengungen. Zwickau, Westerwald, Cornwall, Schlesien, Ungarn, China, Japan, Nordamerika, Brasilien u. s. w.

2) **Kupferglanz.** Grundform ist die gerade rhombische Säule. Tafelartige Krystalle, auch derb und knollig. Blei- bis eisengrau. Metallglanz. Härte = 2,5—3, spec. Gew. = 5,5—5,8. Giebt mit Borax ein Kupferkorn. Zusammensetzung: Schwefelkupfer, (79 Kupfer, 19 Schwefel), Formel: Cu_2S. Im Ur- und Uebergangsgebirge. Siegen, Hessen, Saalfeld, Schlesien, Sachsen, Ungarn, Sibirien, Nordamerika u. s. w. Der Kupferindig (Syst. 6) blau ins Schwarze, ist Einfach-Schwefelkupfer. CuS.

3) **Kupferkies.** Grundform ist das quadratische Oktaëder. Häufig derb, kugelig. Messinggelb ins Goldgelbe, häufig bunt angelaufen. Bruch uneben bis muschelig. Härte = 3,5—4, spec. Gew. = 4,1—4,3. Zusammensetzung: 34 Kupfer, 30 Eisen und 35 Schwefel. Formel: Cu_2S, Fe_2S_3. Freiberg, Mansfeld, Kamsdorf, Goslar, Klausthal, Cornwall, Schwarzwald, Steiermark, Tyrol, Schlesien, England, Frankreich u. s. w.

4) **Buntkupfererz.** Grundform ist das regelmäßige Oktaëder. Auch derb und eingesprengt. Kupferroth bis tombackbraun, bunt angelaufen. Metallglanz. Härte = 3, spec. Gew. = 5. Zusammensetzung: 61 Kupfer, 14 Eisen, 23 Schwefel, oder 56 Kupfer, 14 Eisen und 28 Schwefel. Formel: $3Cu_2S, Fe_2S_3$, für erstere auch $FeS, 2Cu_2S$. Siegen, Saalfeld, Sachsen, Schlesien, Schweden, Norwegen, England u. s. w. Ist das verbreitetste Kupfererz.

5) **Fahlerz.** Grundform ist das reguläre Tetraëder (System 1). Es findet sich in dieser mit Abänderungen, häufiger derb. Stahlgrau bis eisenschwarz. Härte = 3—4, spec. Gew. = 4,5—5. Zusammensetzung sehr wechselnd, da Kupfer, Eisen, Antimon, Zink, Arsen und Silber an der Zusammensetzung theilnehmen. Man unterscheidet daher Arsenikfahlerz (lichtes Fahlerz). Kupfer 40—48 Procent, Eisen 22—27, Arsen 14—20, Schwefel 10; und Antimonfahlerz (dunkles Fahlerz). Kupfer 25—37, Silber 3—17, Eisen 3—6, Antimon 26—30, Schwefel 23—25. Das erstere findet sich bei Klausthal, Dillenburg, Ungarn, Tyrol, Hessen, Würtemberg, Thüringen u. s. w. Das dunkle ist am Schwarzwald 2c. gefunden worden.

6) **Rothkupfererz.** Grundform ist das regelmäßige Oktaëder. Findet sich in diesem und in Würfeln, so wie deren Ableitungen. Ferner auch haarförmig, blätterig, angeflogen und derb. Karminroth bis kirschroth. Unvollkommen metallglänzend. Härte = 3,5—4, spec. Gew. = 5,7—6. Zusammensetzung: 88 Kupfer, 11 Sauerstoff. Formel: Cu_2O, also Kupferoxydul. Schöne Krystalle finden sich in Sibirien, England, Ungarn, auch bei Siegen und am Harz, am Ural, dicht und blätterig bei Lyon, haarförmig bei Rheinbreitbach u. s. w.

7) **Kupferlasur.** Grundform ist die schiefe rhombische Säule. Häufig mit Abstumpfungen, auch derb, kugelig, nierenförmig, auch tropfsteinartig, erdig. Lasurblau ins Smalteblaue. Glasglanz. Bruch uneben. Härte = 3,5—4, spec. Gew. = 3,8—3,9. Zusammensetzung: 68 Kupferoxyd, 25 Kohlensäure und 5 Wasser. Formel: $3CuO, 2CO_2 + HO$, d. h. $2(CuO, CO_2) + CuO, HO$. Kohlensaures Kupferoxyd mit Kupferoxydhydrat, Zweidrittheil kohlensaures Kupferoxyd. In schönsten Krystallen bei Lyon (zu Chessy), ferner in Ungarn, England, Schottland, Saalfeld, am Ural, Tyrol, Schwarzwald, Dillenburg u. s. w.

8) **Malachit.** Grundform ist die schiefe rhombische Säule. Härte = 3,5—4, spec. Gew. = 3,6—4. Smaragdgrün ins Spangrüne. Glas-, seiden-, perlmutterglänzend, auch matt. Blätterig, strahlig, haarförmig, nierenförmig, seltener erdig, kupfergrün. Zusammensetzung: 71 Kupferoxyd, 20 Kohlensäure, 8 Wasser. Eine Verbindung von kohlensaurem Kupferoxyd mit Kupferoxydhydrat oder (halbkohlensaures Kupferoxyd). Formel: $CuO, CO_2 + CuO, HO$ oder $2CuO, CO_2 + HO$. Bei Chessy, Siegen, Dillenburg, Saalfeld, Ungarn, besonders schön in Sibirien, ferner in Tyrol, Schlesien, am Harz.

Sowohl die Kupferkiese als auch die oxydhaltigen Erze werden auf Kupfer benutzt, ebenso auch die übrigen, wenn es der Mühe lohnt, oder diese werden mehreren Erzen zugesetzt.

9) **Kupfervitriol** (schwefelsaures Kupferoxyd). Grundform ist die schiefe rhomboëdrische Säule (siehe die Tafel am Schluß). Härte = 2,5, spec. Gew. = 2,2. Meist tropfsteinartig, als Ueberzug. Berliner- bis himmelblau. Glas-

glanz. Bruch muschelig. Zusammenziehender Geschmack. Zusammensetzung: 31 Kupferoxyd, 32 Schwefelsäure, 36 Wasser. Formel: $CuO, SO_3 + HO$. Findet sich als neueres Erzeugniß auf Klüften und alten Kupfergruben im Rammelsberg am Harz, Nassau, Ungarn, Frankreich u. s. w.

10) **Kupferschaum**. Härte = 1,5 — 2, spec. Gew. = 3. Nierenförmig, derb. Apfel- bis spangrün ins Hellblaue. Glas- bis Perlmutterglanz. Schmilzt auf der Kohle mit der Entwickelung von Arsengeruch. Zusammensetzung: Kupferoxyd 43, Arsensäure 25, kohlensaurer Kalk 11, Wasser 19. Formel: $(5 CuO, AsO_5 + 10 HO) + CuO, CO_2$. Vielleicht ist jedoch der kohlensaure Kalk als eine zufällige Beimengung anzusehen. Tyrol, Saalfeld, Ungarn, Toskana, Sibirien, Derbyshire 2c.

11) **Linsenerz** (Lirokonit). Grundform ist die gerade rhombische Säule. Kleine Krystalle. Himmelblau bis spangrün. Glas- bis Fettglanz. Härte = 2 — 2,5, spec. Gew. = 2,8. Zusammensetzung: Kupferoxyd 36, Arsensäure 26, Thonerde 11, Wasser 24. Formel: $8 CuO, AsO_5 + Al_2O_3, AsO_5 + 24 HO$. Cornwall, Herrngrund in Ungarn, Ullersreuth im Voigtlande. Als weniger häufig verbreitete Mineralien können folgende angeführt werden:

Kupferglimmer. Grundform ist das Rhomboëder. Smaragd- bis spangrün. Perlmutterglänzend. Härte = 2, spec. Gew. = 2,5. Zusammensetzung: 40 Kupferoxyd, 18 Arsensäure, 32 Wasser. Formel: $8 CuO, AsO_5 + 23 HO$. Cornwall, Sachsen.

Olivenerz (Olivenit). Olivengrüne, nadelförmige Krystalle (des 3. Syst.), auch erdig. Zusammensetzung: 54 Kupferoxyd, 39 Arsensäure, 2—5 Procent Phosphorsäure, 4 Wasser. Formel im Wesentlichen: $4 CuO, AsO_5 + HO$ oder nach Schneidevin: $CuO \left\{ \begin{matrix} AsO_5 \\ PO_5 \end{matrix} \right\} + HO$. Cornwall, Rheinbreitbach, Vollwerk unweit Köln, Zinnwald, Tyrol, Kamsdorf und Saalfeld. Der bei Libethen in Ungarn, in Cornwall und Rheinbreitbach vorkommende Libethenit (oktaëdrisches phosphorsaures Kupferoxyd). Schwärzlich bis olivengrün. Kupferoxyd 66, Phosphorsäure 29, Wasser 3. Formel: $4 CuO, PO_5 + HO$.

Der Pseudomalachit (prismatisches phosphorsaures Kupferoxyd). Grundform ist die schiefe rhombische Säule. Scharlach ins Smaragd- und Spangrüne. Zusammensetzung: Kupferoxyd 70, Phosphorsäure 25, Wasser 6. Formel: $5 CuO, PO_5 + 2 HO$. Rheinbreitbach, Peru.

Der smaragdgrüne in Ungarn vorkommende Euchroit (Syst. 3), ist aus 47 Kupferoxyd, 34 Arsensäure und 18 Wasser zusammengesetzt. Formel: $4 CuO, AsO_5 + 7 HO$.

Der Kieselmalachit (kieselsaures Kupferoxyd). Nierenförmig, kugelig. Spangrün ins Himmelblaue. Formel: $3 CuO, 2 SiO_3 + 6 HO$. Ungarn, Sibirien, Schwarzwald, Dillenburg und Saalfeld.

Der in den Kirgisensteppen und auch in Mexiko vorkommende sehr geschätzte

Kupfersmaragd (Dioptas) von ausgezeichnetem Glasglanz. Smaragdgrün mit doppelter Strahlenbrechung. Härte = 5, spec. Gew. = 3,2. Ist $^2/_3$ kieselsaures Kupferoxyd. Zusammensetzung: 49 Kupferoxyd, 37 Kieselsäure, 12 Wasser. Formel: $3CuO, 2SiO_3 + 3HO$. Wird zu sehr hohen Preisen verkauft.

Chlorkupfer (Atakamit). Grundform ist die gerade rhombische Säule. Härte = 2,5, spec. Gew. = 4,4. Smaragd- bis olivengrün. Zusammensetzung: Kupferoxyd 53, Wasser 16, Chlor 15, Kupfer 14. Eine Verbindung von Chlorkupfer und Kupferoxydhydrat. Formel: $CuCl + 3CuO, HO$. Chili, Peru, Aetna und Vesuv.

Das in kleinen büschelförmigen Prismen krystallisirende olivengrüne Vanadinkupfererz (vanadinsaures Kupferoxyd, Volborthit). Sibirien und Friedrichrode in Thüringen.

Kupferschwärze. Derb. Bläulichschwarz ins Bräunliche. Zusammensetzung: 11 Kupferoxyd, 28 Eisenoxyd, 30 Manganoxyd, 29 Wasser. Lauterberg am Harz, Schwarzwald, Sachsen, Schlesien, Saalfeld.

Schwarzkupfererz (Kupferoxyd). Grundform ist der Würfel. Auch derb. Härte = 3, spec. Gew. = 6,2. Stahlgrau bis schwarz. Auf Laven des Vesuvs, wo es in 6seitigen Blättchen vorkommt, am Ober-See in Nordamerika in einem mächtigen Gange, wo man eine Masse von 40 bis 50000 Pfund gewonnen hat. Formel: CuO.

Funfzehnte Gruppe. **Blei.**

1) **Gediegenes Blei.** (Syst. 1.) Härte = 1,5, spec. Gew. = 11. Dünne Blättchen, drahtförmig. Bleigrau. Schmilzt vor dem Löthrohre, giebt auf Kohlen einen gelben Beschlag. Madeira, Nordamerika, England, Spanien 2c.

2) **Bleiglanz** (Schwefelblei). Grundform ist der Würfel, selten Oktaëder. Krystallinische Massen, traubig, röhrenförmig und eingesprengt. Bleigrau, mattglänzend. Zusammensetzung: 85 Blei, 13 Schwefel. Formel: PbS, bisweilen etwas zink- und silberhaltig, eines der häufigsten Bleierze. Im Ur-, Uebergangs- und Flötzgebirge, Klausthal, Zellerfeld, Schwarzwald, Schlesien, Böhmen, Sachsen, Ungarn, Galizien, Norwegen, Amerika, England u. s. w. Wird am häufigsten durch Rösten und Ausschmelzen auf Blei benutzt.

3) **Weißbleierz** (Bleispath, kohlensaures Bleioxyd). Grundform ist der Rautenachtflächner. Krystalle meist nadelförmig, auch derb. Weiß ins Gelbe und Braune. Härte = 3—3,5, spec. Gew. = 6,4. Zusammensetzung: 82 Bleioxyd, 16 Kohlensäure. Formel: PbO, CO_2. Schwarzwald, Siegen, Harz, Erzgebirge, Baiern, Schlesien, Ungarn, Böhmen, Frankreich, England 2c.

Die sogenannte Bleierde ist ein Gemenge von kohlensaurem und phosphorsaurem Oxyd, Blei- und Kieselerde.

4) **Bleivitriol** (schwefelsaures Bleioxyd). Grundform ist das rhombische

Oktaëder. Härte = 2,7, spec. Gew. = 6,2. Mannichfache zum Theil sehr verwickelte Krystallformen. Weiß ins Gelbe und Grüne, bisweilen grau. Zusammensetzung: 70 Bleioxyd, 25 Schwefelsäure mit etwas Wasser. Formel: PbO, SO_3. Harz, Westerwald, Schwarzwald, Ungarn, Schottland u. s. w.

5) **Grünbleierz** (phosphorsaures Bleioxyd; Syst. 6). Zeisiggrün bis olivengrün, mitunter nelkenbraun oder gelb. Fett- bis Glasglanz. Härte = 3,5, spec. Gew. = 6,5—7. Zusammensetzung: 73 Bleioxyd, 15 Phosphorsäure, 2 Chlor, 7 Blei. Formel: $3PbO, 3PO_5 + PbCl$. Ist oft Arsensäure-haltig und bildet dann das braune Bleierz oder Traubenblei (phosphor-arsenikfaures Bleioxyd). Schwarzwald, Klausthal, Böhmen, Sachsen, Nassau, Schottland u. s. w.

6) **Arsensaures Bleioxyd** (Mimetesit; System 6). Härte = 3,5, spec. Gew. = 7,1. Kleine säulen- und tafelförmige Krystalle, traubig, nierenförmig. Wachs- oder Honiggelb. Zusammensetzung: 67 Bleioxyd, 23 Arsensäure, 6 Blei, 2 Chlor. Formel: $3PbO, 3AsO_5 + PbCl$. Nicht selten ist phosphorsaures Bleioxyd beigemengt. Johann-Georgenstadt, Frankreich, England, Sibirien u. s. w.

7) **Gelbbleierz** (molybdänsaures Bleioxyd). Grundform ist das quadratische Oktaëder. Härte = 3, spec. Gew. = 6,6. Pomeranzengelb ins Wachs- und Honiggelbe. Wachsglänzend. Bruch kleinkörnig. Zusammensetzung: 59 Bleioxyd, 40 Molybdänsäure. Formel: PbO, MoO_3. Oesterreich, Ungarn, Tyrol, Nordamerika.

8) **Rothbleierz** (chromsaures Bleioxyd). Grundform ist die schiefe rhombische Säule. Härte = 2,5—3, spec. Gew. = 5,9. Krystalle säulen- bis nadelförmig, auch derb. Morgen- bis hyacinthroth. Diamantglanz. Durchscheinend, mit Borax oder Phosphorsalz zu grünem Glase. Zusammensetzung: 68 Bleioxyd, 31 Chromsäure. Formel: PbO, CrO_3. Sibirien und Brasilien.

Der zeisiggrüne Vauquelinit besteht aus 60 Bleioxyd, 28 Chromsäure und 10 Kupferoxyd.

9) **Hornblei** (Bleihornerz). Grundform ist die gerade quadratische Säule. Härte = 3, spec. Gew. = 6. Weiß ins Grauliche. Zusammensetzung: 51 Chlorblei, 49 kohlensaures Bleioxyd. Formel: $PbCl + PbO, CO_2$. Derbyshire. Ferner sind hier zu erwähnen:

Selenblei. Derb und eingesprengt, von blätterigem Gefüge. Bleigrau. Zusammensetzung: 71 Blei, 27 Selen. Formel: PbSe. Klausthal, Zorge und Tilkerode am Harz.

Selenkobaltblei. 63 Blei, 3,14 Kobalt, 31,42 Selen. Ebenfalls bei Klausthal.

Selenkupferblei. Etwas leichter als Selenblei. Spec. Gew. = 7. 59 Blei, 7 Kupfer, 29 Selen. Tilkerode.

Selenquecksilberblei. Bleigrau ins Eisenschwarze. 55 Blei, 16 Queck-

silber, 24 Selen. Tilkerode. Diese sämmtlichen Selenbleierze werden zur Darstellung des Selens benutzt.

Bournonit (Spießglanzbleierz). Grundform ist das gerade rhombische Prisma. Blei- bis stahlgrau. Metallglanz. Härte = 2,5 — 3, spec. Gew. = 5,7. Zusammensetzung: 42 Blei, 19 Antimon, 11 Kupfer, 5 Eisen, 18 Schwefel. Formel: $3\,CuS, SbS_3 + 3\,PbS_3, SbS_3$. Andreasberg und Neudorf am Harz, Erzgebirge, Siebenbürgen, Cornwall, Sibirien.

Weißgültigerz (hellgraues Fahlerz). Derb, feinkörnig. Bleigrau ins Zinnweiße. Zusammensetzung wechselnd. In dem lichten Weißgültigerz von Freiberg wurden gefunden: 48 Blei, 7 Antimon, 20 Silber, 2 Eisen, 12 Schwefel, 7 Thonerde, etwas Kieselerde. In manchen kommt weniger Blei und weniger Silber vor. Reich wird es auf Silber benutzt. Freiberg, Böhmen u. s. w.

Mennige (natürliches Hyperoxyd). Morgenroth ins Scharlachrothe. Angeflogen und derb. Formel: PbO, Pb_2O_3 oder $2\,PbO + PbO_3$. Westphalen, England, Sibirien, Badenweiler.

Das Gelbbleioxyd (natürliche Bleiglätte). Formel: PbO. Findet sich schuppig, körnig ins Erdige. In den Schluchten der mexikanischen Vulkane.

Wolframsaures Bleioxyd (Scheelbleierz). Grundform ist das quadratische Oktaëder. Meist in kleinen quadratischen Prismen. Gelblichbraun, wachsgelb. Glasglanz. Härte = 3 — 3,5, spec. Gew. = 8. Zusammensetzung: 48 Bleioxyd, 59 Wolframsäure. Formel: PbO, WO_3.

Vanadinbleierz (vanadinsaures Bleioxyd). Gelblich, dunkelbraun. Vanadinsaures Bleioxyd mit Bleioxyd.

Zu erwähnen sind noch der Boulangerit, Geokronit, Steimannit rc.

Sechszehnte Gruppe. **Wismuth.**

1) **Gediegenes Wismuth** (Markasit). Grundform ist das Rhombëder (Syst. 6). Es kommt diese mit Abänderungen vor, auch zähnig, gestrickt. Silberweiß ins Gelbliche und Röthliche. Metallglanz. Bruch blätterig, spröde. Härte = 2 — 2,5, spec. Gew. = 9,7. Schmilzt sehr leicht, beschlägt die Kohle gelb. Korn spröde. In Gängen des Urgebirges. Sachsen, Böhmen, Hessen, Frankreich, Schweden u. s. w.

2) **Wismuthglanz** (Schwefelwismuth). Grundform ist das gerade rhombische Prisma. Bleigrau, bisweilen gelb oder bunt angelaufen. Metallglanz. Bruch muschelig. Härte = 2,2 — 5, spec. Gew. = 6 — 5. Zusammensetzung: 80 Wismuth, 18 Schwefel. Formel: BiS oder = BiS_3. Sachsen, Böhmen, Schwarzwald, Schweden, Ungarn, England u. s. w.

3) **Wismuthbleierz** (Wismuthsilber). In kleinen nadel- und haarförmigen Prismen, derb. Lichtbleigrau. Metallglanz. Zusammensetzung: 27 Wismuth, 33 Blei, 15 Silber, 4 Eisen, 16 Schwefel, 0,9 Kupfer. Schwarzwald.

4) **Nadelerz.** Krystallinische Nadeln (System 3). Schwärzlich, grau, braun und röthlich angelaufen. Härte = 2,5—3, spec. Gew. = 4,7—4,8. Zusammensetzung: 35 Blei, 11 Kupfer, 36 Wismuth und 16 Schwefel. Formel: $4PbS, BiS_3 + CuS, BiS_3$. Sibirien, Schwarzwald.

5) **Wismuthocker** (Wismuthblüthe). Derb, angeflogen, eingesprengt, erdig. Pomeranzengelb, strohgelb. Spec. Gew. = 4,3. Zusammensetzung: 89 Wismuth, 10 Sauerstoff. Formel: BiO_3. Oft etwas verunreinigt. Schneeberg, Böhmen. Außerdem sind noch folgende zu erwähnen:

Wismuthblende (Kieselwismuth; System 1). Körnig, drusig, kugelig. röthlich bis nelkenbraun. Härte = 4—5, spec. Gew. = 5,9—6. Zusammensetzung: 69 Wismuthoxyd, 22 Kieselsäure, 3 Phosphorsäure, 2 Eisenoxyd, etwas Manganoxyd, Flußsäure und Wasser. Im Wesentlichen also kieselsaures Wismuthoxyd. Schneeberg.

Der in Sachsen und Böhmen vorkommende Bismuthit von grüngelblichgrauer Farbe ist kohlensaures Wismuthoxyd mit schwefelsaurem Wismuthoxyd gemengt.

Tellurwismuth. Derb, blätterig. Licht-stahlgrau. Zusammensetzung: 59 Wismuth, 35 Tellur, 4,48 Schwefel nebst Spuren von Silber. Formel: $2 Bi Te_3, + Bi S_3$. Ungarn.

Siebenzehnte Gruppe. **Zink** und **Cadmium.**

1) **Zinkblende** (Schwefelzink). Grundform ist der Rauten-Achtflächner mit Abänderungen, auch derb mit blätterigen Massen. Braun, ins Schwärzliche, gelb, grün. Diamantglanz. Der Hauptsache nach Zink und Schwefel z. B. 68 Zink und 33 Schwefel. Formel: Zn S. Sehr häufig mit Eisen verunreinigt. Härte = 3,5, spec. Gew. = 3,9—4. In heißer Salzsäure theilweise löslich unter Entwicklung von Schwefelwasserstoffgas. Das Pulver löst sich in starker Salpetersäure unter Hinterlassung von Schwefel, giebt wie alle Zinkerze auf Kohle einen Zinkrauch und weißen Beschlag von Zinkoxyd. Wird auf Zink benutzt. Im Ur- und Uebergangsgebirge; Klausthal, Andreasberg, Goslar, Erzgebirge, Schlesien, Böhmen, Ungarn, Tyrol, Schweden, England.

2) **Galmei** (Zinkspath). Grundform ist das Rhomboëder. Weiß, grau, gelb; häufig in 6seitigen Prismen. Traubig, nierenförmig und derb. Glas- bis Perlmutterglanz, durchscheinend bis undurchsichtig. Bruch muschelig, splitterig, erdig. Härte = 5, spec. Gew. = 4,4—4,5. Im reinen Zustande 65 Zinkoxyd, 34 Kohlensäure. Formel: ZnO, CO_2, also neutrales kohlensaures Zinkoxyd. Die unreineren gefärbten Galmeisorten enthalten gewöhnlich Eisenoxyd, Thon und Kieselerde, auch Spuren von Cadmium. Kärnthen, Aachen, Niederlande, Schlesien. Dient zur Gewinnung des metallischen Zinks.

Die Zinkblüthe besteht aus 71 Zinkoxyd, 13 Kohlensäure und 15 Wasser, und ist demnach drittelkohlensaures Zinkoxydhydrat. Kärnthen.

3) **Kieselgalmei** (Zinkglas). Grundform ist das rhombische Prisma, mit Abstumpfung, auch stänglig, faserig, traubig und derb. Weißgrau, gelb, braun ins Schwärzliche. Glas- bis Perlmutterglanz. Bruch uneben. Härte = 5, spec. Gew. 3 — 3,4. Zusammensetzung: 64 Zinkoxyd, 25 Kieselsäure, 10 Wasser. Drittelkieselsaures Zinkoxydhydrat. Formel: $2(3ZnO, SiO_3) + 3HO$. Findet sich im Ur- und Uebergangsgebirge in Gängen und Lagern, so wie im mittleren Flözgebirge, im Siegen'schen, Iserlohn, Schlesien, Heidelberg, Kärnthen, Lüttich u. s. w. Dient ebenfalls zur Darstellung des Zinks.

4) **Zinkvitriol** (schwefelsaures Zinkoxyd). Grundform ist die gerade rhombische Säule. Meist nur in nadel- und haarförmigen Krystallen. Häufiger traubig, tropfsteinartig oder erdig. Weiß ins Röthliche, oder grau. Glasglänzend, durchsichtig bis durchscheinend. Härte = 2 — 2,5, spec. Gew. = 2. Zusammensetzung: 27 Zinkoxyd, 22 Schwefelsäure, 50 Wasser. Formel: $ZnO, SO_3 + 7HO$, oftmals mit Eisen oder Kupferoxyd und Spuren von Mangan verunreinigt, in Wasser auflöslich. Findet sich in gereinigtem Zustande. Anwendung in der Färberei und Heilkunde. Neueres Erzeugniß, in Gesellschaft von Blende, Kupfer- und Eisenkies, im Rammelsberg bei Goslar, Ungarn, Schweden, Frankreich, England. Zu erwähnen sind noch das rothe Zinkoxyd, morgenroth ins Blut- und Bräunlichrothe. Eine Verbindung von Zinkoxyd und Manganoxyd. Sparta und Nordamerika.

Das eisenschwarze Zinkeisen (Franklinit) von ähnlicher Zusammensetzung, aber mit beträchtlich mehr Eisenoxyd und weniger Zinkoxyd. Nordamerika.

5) **Schwefelcadmium** (Greenockit). Krystallisirt als 6seitiges Prisma. In kleinen Krystallen honig- bis orangegelb. Diamantglanz. Härte = 3,5, spec. Gew. 4,8. Zusammensetzung: 77 Cadmium, 22 Schwefel. Formel: CdS. Beschlägt die Kohle mit rothbraunem Cadmiumoxyd. Schottland. Das Cadmium findet sich außerdem als Begleiter der Zinkblende.

Achtzehnte Gruppe. **Uran.**

Als ein ebenfalls in der Natur seltenes Metall ist das Uran zu erwähnen. Es findet sich als Uranocker (Uranit, Uranoxyd) erdig, weich, schwefelgelb. U_2O_3, HO. Joachimsthal in Böhmen und Johann-Georgenstadt in Sachsen; als Uranblüthe (kohlensaures Uranoxyd), citronengelb, nadelförmig; ferner als Uranpecherz; nierenförmig, derb, eingesprengt. Bräunlich und graulich-schwarz. Bruch uneben-flachmuschelig. Härte = 5,5, spec. Gew. = 6,46. Zusammensetzung: im Wesentlichen Uranoxydoxydul mit Beimengungen, z. B. 86,5 Uranoxydoxydul, 2,5 Eisenoxydul, 6,0 Schwefelblei, 5,0 Kieselerde. (Sachsen.) Formel: U_2O_3, UO. Krystallisirtes Uranpecherz nach Scheerer: 76,6 Uranoxyd, 15,6 Kieselsäure, 1,0 Manganoxyd, 4,1 Wasser, nebst etwas Eisenoxyd. Norwegen. Sächsisches Erzgebirge. Böhmen. Cornwall 2c.

Ferner als Uranglimmer. Grundform ist das quadratische Oktaëder. Gelb; gras-, smaragd- und zeisiggrüner Perlmutterglanz. Härte = 2,0 — 2,5,

spec. Gew. = 3,1—3,3. Zusammensetzung: Uranoxyd 61, Phosphorsäure 15, Kalkerde 5. Formel: $3CaO, PO_5 + 2(U_2O_3, PO_5) + 24HO$.

Kupfer-Uranglimmer. Gras- bis smaragdgrün. Zusammensetzung: Uranoxyd 60, Phosphorsäure 16, Kupferoxyd 9, Wasser 15. Formel: $3CuO, PO_5 + 2(U_2O_3, PO_5) + 24HO$. Sachsen, Schwarzwald, Böhmen, Saalfeld, Cornwall rc.

Anmerkung. Uranglimmer und Uranocker liefern mit Borax in der Oxydationsflamme ein gelbes, in der Reductionsflamme ein grünes Glas.

Uranvitriol oder schwefelsaures Uranoxydul sind kleine haarförmige grasgrüne Krystalle. Härte = 2,35, spec. Gew. = 3,1. Sachsen und Böhmen.

Zweite Ordnung. Edle Metalle oder Mineralien der edlen Metalle.

Neunzehnte Gruppe. Quecksilber.

1) **Gediegen-Quecksilber.** Flüssig. Kleine Tropfen und Kugeln. Spec. Gew. = 13,5. Zinnweiß, starker Metallglanz bei Idria mit Zinnober, Böhmen, Zweibrücken, Spanien, Peru, China, Dauphiné.

2) **Amalgam** (System 1). Kleine Rauten-Zwölfflächner, auch kleine kugelige Partien in dünnen Plättchen und als Anflug. Härte = 3—3,5, spec. Gew. = 13,7—14. Silberweiß, stark metallisch glänzend, undurchsichtig. Bruch muschelig bis uneben und kleinkörnig. Zusammensetzung: Quecksilber und Silber in verschiedenen Verhältnissen, z. B. 64 Quecksilber, 36 Silber. Formel: $AgHg_2$ oder 73 Quecksilber und 25 Silber. Formel: $AgHg_3$. Zweibrücken, Ungarn u. s. w.

3) **Zinnober** (Schwefelquecksilber). Grundform ist das Rhomboëder. Diese mit Abstumpfungen, auch derb krystallinisch, faserig, erdig, angeflogen scharlachroth und bleigrau. Diamant- und Metallglanz, auch matt. Bruch muschelig, uneben. Härte = 2—2,5, spec. Gew. = 8. Zusammensetzung: 85 Quecksilber, 14 Schwefel. Formel: HgS. Verflüchtigt sich vollständig vor dem Löthrohr. Idria, Spanien, Zweibrücken, im Siegen'schen, Dillenburg, Sachsen, Neustadt in Baiern, Böhmen, Kärnthen, China, Japan, Mexico, Peru, Californien.

Das Quecksilberlebererz ist ein Gemenge von Zinnober mit Kohle und verschiedenen Erden.

4) **Quecksilber-Hornerz** (Hornquecksilber). Grundform ist die quadratische Säule, meist in quadratischen Oktaëdern, auch derb und angeflogen, weißgrau ins Aschgraue, Gelbe und Grünliche. Härte = 1—2, spec. Gew. = 6,5. Zusammensetzung: 85 Quecksilber und 14 Chlor. Formel: Ag_2Cl (Chlorquecksilber). Bei Moschel, Idria, Californien.

Das stahlgraue, derbe Selenschwefelquecksilber findet sich in Mexico. Das Selenquecksilber von Clausthal besteht nach Rammelsberg im Wesentlichen aus 74 Quecksilber und 25 Selen.

Zwanzigste Gruppe. **Silber.**

1) **Gediegenes Silber.** Grundform ist der Würfel. Es finden sich Würfel und Oktaëder. Häufig unvollkommene Krystalle, zähnige, traubige, draht- und haarförmige Gestalten. Silberweiß, bisweilen gelbroth, bunt oder schwärzlich angelaufen. Metallglanz, undurchsichtig. Bruch hakig. Härte = 2,5 bis 3, spec. Gew. = 10,3 — 10,8. In Gängen des Ur- und Uebergangsgebirges, Schwarzwald, bei Freiberg, Schneeberg, Andreasberg, Böhmen, Schemnitz in Ungarn, Frankreich, Kongsberg in Norwegen, Mexico, Peru, Sibirien u. s. w.

2) **Silberglanz** (Schwefelsilber). Grundform ist der Würfel; diese nebst Abänderungen, auch zähnig haarförmig, derb. Bleigrau ins Schwärzliche. Bruch uneben bis muschelig. Härte = 2 — 2,5, spec. Gew. = 6,8 bis 7,2. Zusammensetzung: 85 Silber, 15 Schwefel. Formel: AgS. Im Erzgebirge, Böhmen, Andreasberg, Tyrol, Frankreich, Spanien, England, Peru und Mexico.

3) **Rothgültigerz** (Rubinblende). Grundform ist das Rhomboëder. Findet sich selten in der Kernform, häufiger in 6seitigen Säulen, auch derb angeflogen und eingesprengt. Cochenilleroth bis schwärzlich-bleigrau. Metallglanz. Bruch uneben bis muschelig. Härte = 2,5 — 3,2, spec. Gew. = 5,5 — 5,8. Man unterscheidet folgende Arten:

1) Antimonsilberblende (dunkles Rothgültigerz). Dunkel-cochenilleroth. Zusammensetzung: 59 Silber, 23 Antimon, 17 Schwefel. Formel: AgS, SbS_3. Andreasberg, Freiberg, Böhmen, Ungarn.

2) Arseniksilberblende (lichtes Rothgültigerz). Hell-carmoisinroth. Zusammensetzung; 65 Silber, 15 Arsen, 19 Schwefel. Formel: $3 AgS, AsS_3$. An denselben Orten wie die erste Art. Außerdem im Elsaß, Dauphiné und Schwarzwald.

3) Den krystallinisch körnigen, derb oder nierenförmigen Xanthokon. Kirschroth bis braun und gelb. Spec. Gew. = 4,14, Härte = 2 — 3. Zusammensetzung: 64 Silber, 13 Arsen und 21 Schwefel. Formel: $3 AgS, AsS_3 + 3 AgS, AsS_5$. Auf Himmelsfürst bei Freiberg.

4) **Schwarzgültigerz** (Sprödglaserz). Grundform ist die gerade rhombische Säule mit Abstumpfungen. Ferner derb angeflogen und eingesprengt. Eisenschwarz, bisweilen bunt angelaufen. Starker Metallglanz, undurchsichtig. Bruch uneben. Härte = 2 — 2,5, spec. Gew. = 6,2 — 6,3. Zusammensetzung: 70 Silber, 14 Antimon, 16 Schwefel. Formel: $6 AgS, SbS_3$. Sachsen, Böhmen, Andreasberg, Peru, Mexico, Ungarn. Wird wie die vorigen auf Silber benutzt.

5) **Silberhornerz** (Hornsilber). Grundform ist der Würfel. Sehr kleine Krystalle, derb und eingesprengt. Perlgrau, ins Blaue, auch gelblich. Härte = 1 — 1,5, spec. Gew. 5,5. Diamantartiger Wachsglanz in der

inneren Flamme zu einem Silberkorn schmelzend. Zusammensetzung: 75 Silber, 25 Chlor. Formel: AgCl. Sachsen, Oesterreich, Mexico, Sibirien, Chili, Andreasberg. Seltener sind z. B. das Selensilber in Mexico. 6seitige niedrige Prismen, auch derb. Bleigrau, metallglänzend. Das Selensilber von Tilkerode am Harz, dessen Grundform der Würfel ist. Eisenschwarz, ins Bleigraue und Röthliche. Härte = 2,5, spec. Gew. 8. Zusammensetzung: 65 Silber, 5 Blei, 29 Selen. Formel: AgSe. Ebenfalls selten ist das Tellursilber, meistens in derben körnigen Massen. Bleigrau ins Stahlgraue. Zusammensetzung: 62 Silber, 37 Tellur mit etwas Eisen und Kupfer. Formel: AgTe. Am Altai und in Siebenbürgen. Das zinnweiße meist bleigrau angelaufene Arsensilber findet sich auf der Grube Samson bei Andreasberg. Natürliches Jod- und Bromsilber finden sich in Chili, ersteres auch in Mexico.

Ein und zwanzigste Gruppe. **Platinerze.** (Platin, Palladium, Osmium, Iridium, Rhodium.)

1) **Gediegenes Platin.** Grundform ist der Würfel. Krystalle äußerst selten, meist abgerundete Körner. Stahlgrau ins Zinnweiße und Bleigraue. Metallglanz, undurchsichtig. Bruch hakig, geschmeidig und dehnbar. Härte = 4,5 bis 5,5, spec. Gew. = 17,5—19. (Des reinen geschmiedeten = 21,25.) Selten ganz rein, häufig sind Eisen, Kupfer und die übrigen Metalle dieser Gruppe beigemengt. Löst sich in Königswasser. Findet sich in Körnern und Schüppchen, seltener in größeren Stücken im Sande der Flüsse und Bäche. Brasilien, Domingo und am Ural, wo man schon Massen von 21 Pfund gefunden hat. Dort soll es im Serpertin vorkommen.

2) **Platin-Iridium** (Brasilien). In kleinen Körnern, silberweiß. Zusammensetzung: 55 Platin, 27 Iridium, 7 Rhodium, 0,49 Palladium, 4,14 Eisen, 3,30 Kupfer. Spec. Gew. = 16,9.

3) **Iridium** (System 1). Härte 6—7, spec. Gew. = 21—22,8. Kleine silberweiße Körner in Königswasser unlöslich. Iridium mit Platin in verschiedenen Verhältnissen. Ural und Ostindien.

4) **Osmium-Iridium** (System 6). Härte = 7, spec. Gew. = 19,3. Sehr selten, in kleinen tafelartigen Krystallen oder Körnern. Zinnweiß, Königswasser ohne Wirkung. Zusammensetzung: 49 Osmium, 46 Iridium, 3 Rhodium. Ural, Brasilien. Das Irid-Osmium vom Ural besteht aus 25 Iridium, 75 Osmium.

5) **Palladium.** Grundform ist der Würfel. Sehr kleine Krystalle und Körner. Stahlgrau ins Silberweiße. In Salpetersäure auflöslich. Nur gediegen, theils rein, theils in Verbindung mit Platin. Gold und Iridium. Härte = 4,5—5, spec. Gew. = 11, 5—11,8. Brasilien, und im Grünstein bei Tilkerode am Harz. Ersteres in Würfeln, letzteres in 6seitigen Tafeln.

Zwei und zwanzigste Gruppe. **Gold.**

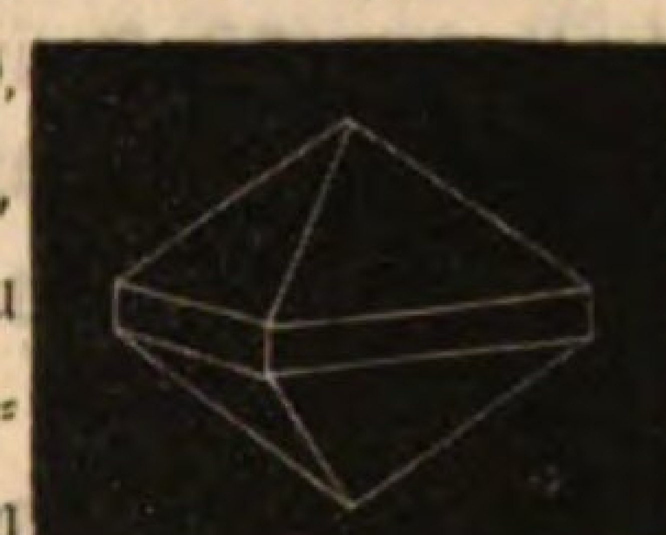
1) **Gediegenes Gold.** Grundform ist der Würfel. Es findet sich diese so wie andere Formen des 1. Systems, auch rundliche und platte Körner. Blätterzähnig, haar- und drahtförmig, goldgelb, ins Messing- und Speisgelbe. In Königswasser auflöslich. Härte = 2,5—3, spec. Gew. 15,6—19,3. Selten rein, meist mit Silber, Platin, auch mit Wismuth, auch, aber selten, als Goldamalgam oder mit Quecksilber und Silber. In Deutschland nur sparsam, im Rammelsberg, bei Tilkerode, Graubündten, auch in Tyrol. Meist eingesprengt im Ur- und Uebergangsgebirge. Häufiger in den Flüssen Aar, in der Emmer, im Rhein, in der Donau, im aufgeschwemmten Lande, bei Bodenmais in Baiern. Ferner findet es sich in Ungarn, Siebenbürgen, Mexico, Brasilien, Californien, Sibirien u. s. w. In Frankreich führt die Seine und Rhone Gold.

Dritte Ordnung. **Mineralien derjenigen Metalle, welche vorzugsweise mit Sauerstoff Säuren bilden, oder der sogenannten electro-negativen Metalle.**

Drei und zwanzigste Gruppe. **Zinn.**

1) **Zinnerz** (Zinnoxyd). Grundform ist das quadratische Oktaëder. Auch derb in Körnern, faserig-schalig, abgesondert (Holzzinn). Braun und schwarz, seltener gelb, roth und weiß. Diamant- bis Glasglanz. Härte = 6—7, spec. Gew. = 6,9. Schmilzt mit Borax oder Phosphorsalz zu klarem Glase. Zusammensetzung: 99 Zinnoxyd, 0,25 Eisenoxyd, 0,75 Kieselsäure. Formel: SnO_2. Das Holzzinn enthält 4—9 % Eisenoxyd. Sachsen, Zinnwald, Schlackenwald, Schönfeld, Graupen in Böhmen, Cornwall, Brasilien, Mexico, Ostindien u. s. w. Der Stannit aus Cornwall besteht aus Zinnoxyd, Kieselsäure und Thonerde.

Figur 17.
Quadratisches System.



2) **Zinnkies** (Schwefelzinn). Grundform ist der Würfel. Findet sich meist nur in krystallinischen oder körnigen Massen. Auch derb und eingesprengt. Stahlgrau ins Messinggelbe. Metallglänzend. Bruch uneben bis muschelig. Härte = 4, spec. Gew. 4,3. Zusammensetzung: 26 Zinn, 30 Kupfer, 12 Eisen, 30 Schwefel. Formel: $2CuS, SnS_2 + 2RS, SnS_2$, in welcher R Eisen oder auch Eisen und Zinn bedeutet. Cornwall und Zinnwald.

Vier und zwanzigste Gruppe. **Antimon.** (Spießglanz.)

1) **Gediegen-Antimon.** Grundform ist das Rhomboëder. Eigentliche Krystalle fehlen. Findet sich in krystallinischen kugeligen und nierenförmigen Massen. Zinnweiß ins Bläuliche. Starker Metallglanz, spröde. Härte = 3—3,5, spec. Gew. = 6,6—6,7. Schmilzt vor dem Löthrohre zu

einer Kugel, verflüchtigt sich mit weißem Rauch und beschlägt die Kohle weiß (Antimonoxyd). Findet sich sparsam in den Gängen des Urgebirges zu Andreasberg, in Böhmen, Frankreich.

2) **Grauspießglanzerz** (Antimonglanz, Schwefelantimon). Grundform ist das rhombische Oktaëder. Die häufigsten Krystallformen sind rhombische Prismen, 8seitige und 6seitige Säulen. Eisengrau bis bleigrau. Metallglanz. Bruch klein, muschelig, uneben. Härte = 2, spec. Gew. = 4,5—4,7. Krystallinisch-blätterig, strahlig, derb, dicht, haarförmig. Zusammensetzung: 72 Antimon und 27 Schwefel. Formel: SbS_3. Man unterscheidet je nach der Structur verschiedene Arten, z. B. dichtes, haarförmiges und blätteriges Antimon. Wolfsberg am Harz, Bräunsdorf in Sachsen, Nassau, Westerwald, Schwarzwald, Steyermark, Ungarn, Schweden und England.

Ferner sind zu erwähnen der Arsenikspießglanz ($SbAs_3$. 37 Antimon und 62 Arsen), meist derb, körnig, bläulichgrau. Böhmen, Dauphiné und Andreasberg. Zinkenit. Eine Verbindung von Schwefelantimon mit Schwefelblei. Stahlgrau. Meist 6seitige Prismen. Zu Wolfsberg.

Der haarförmige Zinkenit (Federerz). Bleigrau, haarförmig. Formel: $PbS, SbS_3 + PbS$. Wolfsberg und Schwarzwald.

Antimonblende (Rothspießglanzerz). Grundform ist die schiefe rhombische Säule. Kirschroth ins Braune und Gelbliche. Zusammensetzung: 70 Schwefelantimon, 30 Antimonoxyd. Formel: $SbO_3, 2SbS_3$. Erzgebirge, Andreasberg, Baiern, Nassau, Ungarn, Frankreich u. s. w.

Weißspießglanzerz (Antimonblüthe). Grundform ist die gerade rhombische Säule. Weiß ins Gelbliche und Grauliche. Härte = 2,5 — 3, spec. Gew. = 5,5—5,6. Im reinen Zustande Antimonoxyd. Formel: SbO_3. Enthält mitunter Eisenoxyd und Kieselsäure. Findet sich meist in kleinen sternförmigen Gruppen auf andern Antimonerzen. Im Erzgebirge, Nassau, Böhmen, Ungarn, Frankreich u. s. w.

Der Antimonocker. Gelblich, weißerdig, zerreiblich. Findet sich fast überall mit Grauspießglanzerz. Zusammensetzung nach Delffs: Antimon 75,83, Sauerstoff 19,54, Wasser 4,63, und ist demnach antimonsaures Antimonoxyd. Formel: $SbO_3, SbO_5 + 2HO$.

Zu erwähnen ist noch der bei Wolfsberg vorkommende bleigraue Kupferantimonglanz, welcher im Wesentlichen aus Schwefelkupfer und Schwefelantimon besteht. $CuS_2 + SbS_3$.

Fünf und zwanzigste Gruppe. **Arsen.**

Das Arsen findet sich sowohl gediegen, als auch mit Schwefel und Sauerstoff verbunden, als Vererzungsmittel anderer Metalle. Die hierher gehörenden Mineralien geben auf glühender Kohle einen knoblauchartigen Geruch.

1) **Gediegen-Arsen** (Scherbenkobalt, Fliegenstein). Grundform ist das Rhomboëder. Zinnweiß bis bleischwarz und grau. Schnell eisengrau anlaufend. Geringer Metallglanz. Nadelförmige Krystalle. Häufiger nierenförmig, traubig, kugelig. Bruch uneben, feinkornig. Gefüge schalig, bisweilen strahlig. Härte = 3,5, spec. Gew. = 5,7—5,9. Führt oft etwas Eisenoxyd und Antimon. Findet sich theils krystallinisch, theils kugelig, theils traubig, tropfsteinartig, schalig, derb, eingesprengt. Auf Gängen des Ur- und Uebergangsgebirges meist mit Silber, Kobalt und Antimonerzen. In Hessen, Freiberg, Schneeberg, Saalfeld, Andreasberg, Böhmen, Steiermark, Frankreich u. s. w.

2) **Auripigment** (Gelbes Schwefelarsen, Rauschgelb). Grundform ist die gerade rhombische Säule. Selten deutliche Krystalle, meist nierenförmig, traubig. Citronengelb ins Schwefelgelbe und Grünliche. Fettglänzend. Härte = 1,5—2, spec. Gew. 3,4—3,5. Zusammensetzung: 62 Arsen und 38 Schwefel. Formel: AsS_3. Andreasberg, Tyrol, Siebenbürgen, Türkei, Vesuv, Aetna.

3) **Realgar** (Rothes Rauschgelb, Sandarach). Grundform ist die schiefe rhombische Säule. Säulen- und nadelförmige Krystalle. Auch als Ueberzug oder Anflug. Morgenroth ins Orangengelbe. Härte = 1,5—2, spec. Gew. = 3—3 bis 3,6. Zusammensetzung: 70 Arsen und 30 Schwefel. Formel: AsS_2. Tyrol, Sachsen, Andreasberg, Böhmen, Ungarn.

4) **Arsenkies** (Mispickel). Grundform ist die gerade rhombische Säule. Auch eingesprengt und derb. Silberweiß ins Stahlgraue und Gelbliche. Metallglanz. Härte = 5,5—6, spec. Gew. 5,5—6,2. Zusammensetzung: 46 Arsen, 33 Eisen, 20 Schwefel. Formel: $FeS_2 + FeAs$. Mitunter silberhaltig (Weißerz). Freiberg, Andreasberg, Steiermark, Böhmen, Siebenbürgen, Frankreich, Norwegen, England.

5) **Arseneisen** (Arsenikalkies). Grundform ist das gerade rhombische Prisma; auch stänglig, körnig, derb. Silberweiß, seltener ins Eisengraue. Härte = 5,5, spec. Gew. = 7,2—7,3. Zusammensetzung: 75 Arsen, 26 Eisen. Formel: $FeAs$, noch richtiger Fe_4As_3 (67 Arsen, 32 Eisen). Schlesien, Kärnthen, Steiermark, Andreasberg u. s. w.

6) **Arsenblüthe** (Arsenige Säure). Grundform ist das regelmäßige Oktaëder. Meist in nadel- und haarförmigen Gestalten, auch als erdiger Ueberzug. Milch- bis graulichweiß. Härte = 3, spec. Gew. = 3,6. Zusammensetzung: 76 Arsen, 24 Sauerstoff. Formel: AsO_3. Andreasberg, Elsaß, Hessen, Ungarn.

7) **Pharmakolith** (Arsensaurer Kalk). Grundform ist die schiefe rhombische Säule. Meist nadelförmig, traubig, oder als Ueberzug. Weiß ins Graue und Röthliche, bisweilen grünlich. Perlmutter- bis glasglänzend. Härte = 1—1,5, spec. Gew. = 2,4—2,6. Zusammensetzung: 51 Arsensäure, 25 Kalk und 24 Wasser. Formel: $2CaO, AsO_5 + 6HO$. Am Schwarz-

wald, Hessen, Andreasberg, Thüringerwald, Elsaß. Der rothe ist durch Kobalt, der grüne durch Nickeloxyde gefärbt.

Sechs und zwanzigste Gruppe. **Tellur.**

1) **Gediegen-Tellur.** Grundform ist das Rhomboëder. Findet sich meistens in kleinen 5seitigen Prismen. Zinnweiß, hinterläßt auf dem Papier einen schwärzlichen Strich. Härte = 2,5, spec. Gew. = 6,1—6,4. Meistens von etwas Eisen und Gold begleitet. Verflüchtigt sich unter rettigartigem Geruch und brennt mit grünlicher Flamme. Siebenbürgen.

Zu erwähnen sind: Schrifttellur. Grundform ist die gerade rhombische Säule. Lichtstahlgrau. Härte = 1,5—2, spec. Gew. = 8,2. Zusammensetzung: 59 Tellur, 26 Gold und 13 Silber. Formel: $AgTe_4 + AuTe_3$.

Das sogenannte weiße Tellur entspricht mehr der Formel: $AgTe_3 + AuTe_3$. Siebenbürgen.

Blättertellur (System 1). Meist bleigraue quadratische Prismen. Nach den Analysen: abweichend Blei, Tellur, Silber, Gold, Kupfer, Schwefel, auch Antimon. Siebenbürgen.

Tellurblei vom Altai. Formel: PbTe. Zinnweiß.

Weißtellurerz. Grundform ist das gerade rhombische Prisma. Silberweiß ins Gelbliche. Tellur, Gold, Silber, Blei. Siebenbürgen.

Sieben und zwanzigste Gruppe. **Titan.**

Das Titan findet sich nicht gediegen, sondern nur in Verbindung mit Sauerstoff als Titanoxyd und Titansäure, welche wieder in Verbindung mit Kalk, Eisen, Cadmium u. s. w. vorkommen.

1) **Rutil** (Rother Schörl). Grundform ist das quadratische Prisma. Krystalle säulenförmig, auch nadel- oder haarförmig, derb. Röthlichbraun, bunt- bis hyacinthroth, ins Gelbe und Schwarze. Diamant- bis Metallglanz. Bruch muschelig. Härte = 6,0—6,5, spec. Gew. = 4,2. Zusammensetzung: Titansäure (1 M. G. Titan + 2 M. G. Sauerstoff) TiO_2, mit etwas Eisenoxyd. Tyrol, St. Gotthard, Arendal in Norwegen, Spanien, bei Aschaffenburg, Krummhennersdorf bei Freiberg (Sachsen), Saualpe in Kärnthen ꝛc. Nigrin oder Eisentitan, oder schwarzer Rutil. Titansäure mit 9 % Eisenoxyd und 3 Manganoxydul findet sich im Sande der Flüsse Siebenbürgens und am Ural.

Figur 18.
Quadratisches System.



2) **Anatas.** Grundform ist ein spitzes quadratisches Oktaëder. Nelkenbraun, gelblich, röthlichbraun, ins Hyacinthrothe, Blaue und Schwärzliche. Diamantglanz. Härte = 5,5—6, spec. Gew. = 3,82. Zusammensetzung: 60 Titan, 40 Sauerstoff. Formel: TiO_2. Findet sich bald in losen Körnern, bald in einzelnen Krystallen, bald ein- und aufgewachsen, im Gneiß und

Glimmerschiefer, Granit 2c. in der Dauphiné, Graubündten, am Gotthard, Fichtelgebirge, England, Spanien 2c.

3) **Titanit** (Sphen). Grundform das schiefe rhombische Prisma. Braun, hyacinthroth, gelb, grün; bisweilen finden sich mehrere Farben an einem Krystall. Härte = 3,0 bis 5,5, spec. Gew. = 3,4—3,6. Zusammensetzung: 40 Titansäure, 28 Kalkerde, welche mitunter einige Procent Eisenoxydul beigemengt enthält. Formel: $CaO, 2TiO_2 + 2CaO, SiO_3$. Schweiz, Tyrol, Pinzgau im Salzburgischen, bei Scheibenberg in Sachsen, im Syenit bei Dresden und Meißen, bei Passau in Baiern, Schweden, Norwegen, Schottland.

Figur 19.
Rhombisches System.



Außerdem sind noch zu erwähnen der dem Anatas gleich zusammengesetzte höchstens mit einigen Procenten Eisenoxyd verunreinigte **Brookit**, gelblich-braun, röthlich-braun, von metallartigem Diamantglanz. Gotthard, Wales, Ural 2c. Ferner der eisenschwarze bis röthlichbraune **Porowskit**, der schwarze **Polykras**, der **Pyrochlor** und **Polymignit**.

Acht und zwanzigste Gruppe. Tantal, Niobium, Pelopium.

Sehr sparsam in der Natur verbreitete Metalle.

1) **Tantalit** (Columbit). Grundform ist das gerade rhombische Prisma. Härte = 6,0, spec. Gew. = 5,43—6,46. Schwarz ins Grauliche und Bräunliche.

A. Niobit (Columbit, Tantalit) von Bodenmais (System 3). Grundform ist das gerade rhombische Prisma, nach Anderen das rhombische Oktaëder. Eisenschwarz. Hellmetallglänzend. Härte = 6, spec. Gew. = 5,4—5,7. Zusammensetzung: Tantalsäure, Pelopsäure und Niobsäure 81,07, Eisenoxydul 14,30, Manganoxydul 3,85, Kupferoxyd 0,13, Zinnoxyd 0,45. Die sibirischen enthalten Niobsäure, Pelopsäure, Wolframsäure 78,59, Eisenoxydul 12,46, Manganoxydul und Yttererde 4,483, Talkerde und Kalkerde 3,764, Uranoxyd 0,564, Kupferoxyd 0,004.

Bei Bodenmais in Baiern, Massachusetts in Nordamerika und im Ilmengebirge in Sibirien. Der Columbit von Haddam in Connecticut, dessen Härte = 6 und spec. Gew. = 5,85, ist eisenschwarz mit blauem Anflug. Hellmetallisch glänzend. Zusammensetzung: Metallsäuren (vorzugsweise Niobsäure) 80,60, Eisenoxydul 15,87, Manganoxydul 3,25, Talkerde 0,50.

B. Tantalit. Schief rhombisch, körnig und derb; spec. Gew. = 7,1 bis 7,4, Härte 5—6. Eisenschwarz. Metallglänzend.

a) Tantalit von Brodbo in Schweden. Spec. Gew. = 6,9. Zusammensetzung: 9,58 Eisenoxyd, 7,15 Manganoxyd, 68,82 Tantalsäure, 6,19 Niobsäure, 8,26 Zinnoxyd, 1,19 Kalkerde.

b) Der Tantalit von Finbo besteht aus 66,99 Tantalsäure, 7,67 Eisenoxyd, 7,98 Zinnoxyd, 2,40 Kalkerde.

c) Der Kimito-Tantalit besteht aus 83,2 Tantalsäure, 7,2 Eisenoxydul, 7,4 Manganoxydul und 0,6 Zinnoxyd. Spec. Gew. = 7,23—7,93. Bei Kimito in Finnland.

Anmerkung. Im Columbit von Middletown in Nordamerika wurden nur 4,42 Eisenoxyd, in dem vom Ilmengebirge nur 1,89 % gefunden. Herrmann hält daher das Eisenoxyd im Columbit für unwesentlich, und hat $2RO, 3JlO_2$ (Ilmensäure) NbO_2, PeO_2) dafür aufgestellt. — Die Existenz des Ilmens und mithin der Ilmensäure ist jedoch überhaupt bestritten worden.

2) **Samarskit.** Derb; unregelmäßige, schwarze Körner, von muschligem Bruch. Hell-metallglänzend, undurchsichtig. Härte = 5,5, spec. Gew. = 5,6. Zusammensetzung: Uranoxyd 16,70, Eisenoxydul 15,90, Yttererde 11,04, Talkerde 0,75, Kalkerde und Talkerde 1,02, Wolframsäure, Niobsäure und Pelopsäure 56,90 (Rose und Peretz). Nach Herrmann 56,30 Niobsäure, 8,87 Eisenoxydul, 1,20 Manganoxydul, 16,63 Uranoxydul, 13,29 Yttererde, 2,86 Ceroxydul und Lanthanoxyd, 0,30 Talkerde. Findet sich bei Miask. Nach Hunt ist die Zusammensetzung eines im Goldsande von Rutherford-County in Nordamerika gefundenen Samarskit folgende: 54,81 Niobsäure, 17,03 Uranoxyd, 14,07 Eisenoxydul, 11,11 Yttererde, 3,95 Ceriumoxyd. Dieses Mineral war sammetschwarz, stark glänzend. Härte 5,5, spec. Gew. 5,4.

3) **Yttrotantalit.** Grundform ist das quadratische Oktaëder. Meist aber derb. Eisen- bis bräunlich-schwarz. Härte = 5,5, spec. Gew. = 5,4 bis 5,8. Hell-metallglänzend. Zusammensetzung: Tantalsäure 57,00, Yttererde 20,25, Kalkerde 6,25, Eisenoxyd 3,50, Uranoxyd 0,50, Wolframsäure 8,25. Tritt in verschiedenen Arten auf. Findet sich bei Ytterby, Finbo &c. Ferner sind hier noch zu erwähnen: der Euxenit (Bergen in Norwegen), der Fergusonit (Grönland), und der Mikrolith (Massachusetts).

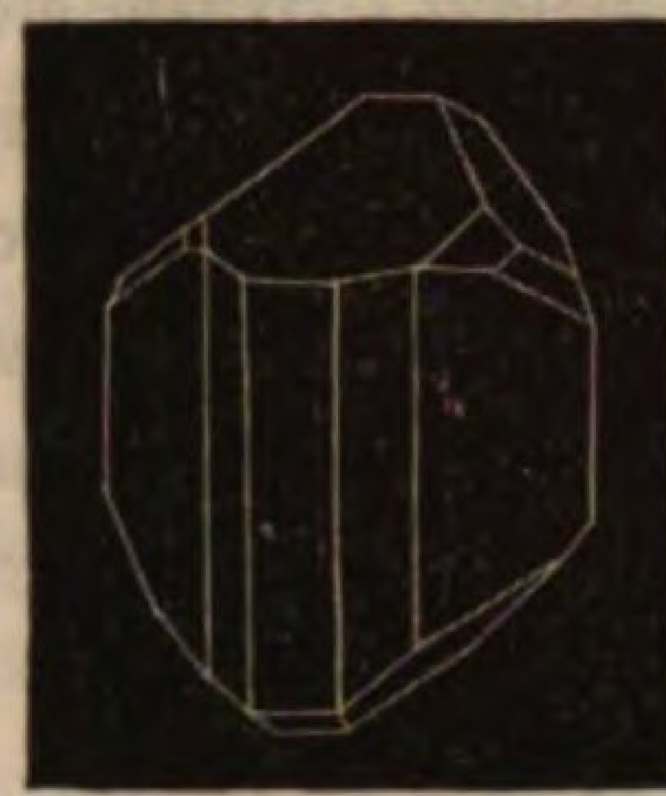
Neun und zwanzigste Gruppe. **Wolfram, Molybdän, Chrom.**

Das Wolfram findet sich nicht gediegen in der Natur, sondern in verschiedenen Mineralien mit Sauerstoff verbunden als Wolframsäure.

1) **Wolframsäure.** Erdig als Ueberzug, gelb. Zusammensetzung: 79,774 Wolfram und 20,226 Sauerstoff. Formel: WO_3. Findet sich bei Haddington in den vereinigten Staaten. Löst sich auf in Kalilauge und wird daraus durch Salpetersäure weiß, beim Kochen gelb gefällt. Vor dem Löthrohr in der Reductionsflamme erst schwarzblau, dann schwarz; mit Phosphorsalz zu einem gelben, in der Reductionsflamme nach dem Erkalten zu blauem Glase schmelzend.

2) **Wolfram.** Grundform ist das gerade rhombische Prisma. Härte = 5—5,5, spec. Gew. = 7,1—7,5. Krystalle oft groß, mit vertikaler

Figur 20.
Rhombisches System.



Streifung; auch derb. Schwärzlichbraun ins Eisenschwarze. Metallähnlicher Diamantglanz. Zusammensetzung etwas schwankend, wesentlich Wolframsäure, Eisen- und Manganoxydul; jedoch waltet bald das eine bald das andere vor, so daß man im Allgemeinen einen Mangan-Wolframit, aus 75 Wolframsäure, 15 Manganoxydul und 10 Eisenoxydul bestehend (Formel: $2 FeO, WO_3 + 3 MnO, WO_3$) und einen Eisen-Wolframit, aus 74 Wolframsäure, 17 Eisenoxydul und 5 Manganoxydul (Formel: $MnO, WO_3 + 3 FeO, WO_3$) zusammengesetzt, unterscheidet. Das spec. Gew. des ersteren entspricht 6,98 bis 7,47, das des letztern 7,3—7,5. Findet sich bei Zinnwald und Schneeberg (namentlich der erstere), Ehrenfriedrichsdorf, Altenburg, Straßburg und Neudof am Harz, Steiermark, Cornwall, Schottland, Montevideo 2c.

3) **Tungstein** (Scheelit, Schwerstein, wolframsaurer Kalk). Grundform ist das quadratische Oktaëder. Meist kleine Krystalle, auch krystallinische und nierenförmige Partien. Weiß, ins Gelbe, Braune, Graue. Glasglänzend. Härte = 4,5—5, spec. Gew. = 6. Schmilzt vor dem Löthrohr zu hell-durchsichtigem Glase, mit Borax zu einem erst durchsichtigen, dann dunklem krystallinischen Glase. Zusammensetzung: 80 Wolframsäure, 19 Kalkerde. Formel: CaO, WO_3. Findet sich zu Schlackenwalde in Böhmen, Zinnwalde und Ehrenfriedrichsdorf in Sachsen, Salzburg, England, Frankreich 2c.

Wolframsaures Bleioxyd s. Blei-Gruppe.

Molybdän findet sich nur sparsam in der Natur und theils mit Schwefel, theils mit Sauerstoff verbunden.

4) **Molybdänglanz** (Schwefelmolybdän, Wasserblei). Grundform ist die sechsseitige Säule. Bleigrau ins Silberweiße. Metallglanz, abfärbend. Härte = 1,0—1,5, spec. Gew. = 4,5—4,6. Zusammensetzung: 60 Molybdän, 40 Schwefel. Formel: MO, O_2. Findet sich theils krystallinisch, theils eingewachsen, theils kugelig zu Altenburg, Ehrenfriedrichsdorf, Schlackenwalde, Zinnwald, Schlesien, Salzburg, Frankreich, Norwegen, Schweden 2c. — Dient zur Darstellung des blauen Carmins und zum Blaufärben wollener Zeuge.

5) **Molybdänocker** (Molybdänsäure). Derb oder als zerreiblicher erdiger Ueberzug, und eingesprengt. Schwefelgelb ins Pomeranzengelbe. Matt-undurchsichtig. Zusammensetzung: 67 Molybdän und 33 Sauerstoff. Formel: MoO_3. In der Reductionsflamme schwarzblau. Schweden, Norwegen.

Das Chrom findet sich in der Natur nur mit Sauerstoff verbunden.

6) **Chromocker** (Chromoxyd). Weich, zerreiblich. Blaßgelb, gras- und apfelgrün. Formel: Cr_2O_3. Mit Phosphorsalz und Borax ein smaragdgrünes Glas. Mit Chromsäure im Serpentin z. B. auf der Schetlandsinsel Unst.

Der sogenannte Chromocker von Halle ist nicht rein und ein Zersetzungsproduct des dortigen Porphyrs.

7) **Chromeisen** (Chromeisenstein). Grundform ist das regelmäßige Oktaëder. Eisen- bis pechschwarz. Härte = 5,5, spec. Gew. = 4,4 — 4,5. Zusammensetzung etwas wechselnd: Eisenoxydul, Chromoxyd und Thonerde, bisweilen auch Talkerde; z. B. Eisenoxydul 34, Chromoxyd 53, Thonerde 11; Eisenoxydul 20, Chromoxyd 60, Thonerde 11, Talkerde 7. Gewöhnlich im Serpentin. Steiermark, Sachsen, Schlesien, Mähren, Nordamerika, Ural, Antillen u. s. w.

Dritte Classe.

Organische Verbindungen oder Mineralien, welche aus dem organischen Reiche abstammen.

Erste Gruppe. **Fette, Oele.**

1) **Bergtalg** oder **Hatschettin**. Spec. Gew. = 0,6. Gelblichweiße, wachsgelbe, wachsartige, durchscheinende, geruchlose Substanz. In Aether leicht auflöslich. Zusammensetzung: Kohlenstoff 85, Wasserstoff 14. England, Schottland.

2) **Scheererit** oder **natürliches Naphthalin**. Spec. Gew. = 1,6. Nadelförmige Krystalle als Ueberzug. Weiß ins Graue und Gelbe. Zwischen Metall- und Diamantglanz. Weich, fettig. Schmilzt bei 44⁰. In Alkohol und Aether leicht löslich. Zusammensetzung: Kohlenstoff 75, Wasserstoff 25. In Braunkohle bei St. Gallen, bei Bach Westerwald.

3) **Ozokerit** oder **Erdwachs**. Derb. Härte = 1, spec. Gew. = 0,9. Gelblichbraun ins Gelbe oder Rothe bei durchfallendem, dunkelgrün und carminroth bei auffallendem Lichte. Wachsglanz. Bruch muschelig. Läßt sich zwischen den Fingern reiben. Riecht aromatisch. Zusammensetzung: Kohlenstoff 85, Wasserstoff 14. Bei Wettin unweit Halle, Gaarming in Oesterreich, Slanik in der Moldau, England.

Hierher gehört auch der Idrialit oder das Quecksilberbranderz, welches außer zufällig beigemengtem Zinnober und einigen wenigen Bestandtheilen ganz (über 77 Procent) aus Idrialin besteht und sich mit verschiedenen Quecksilbererzen zusammen bei Idria findet. Braungrau. Entzündet sich beim Kerzenlicht, schmilzt zwischen 200 — 240⁰ R. und giebt außer Quecksilber- und Schwefeldämpfen ölbildendes Gas und einen kohligen Rückstand. Es läßt sich das Idrialin durch Terpentin ausziehen.

Ferner sind als hierher gehörend zu erwähnen der Fichtelit. Weiß. Perlmutterglänzend und auf Wasser schwimmend. Schmilzt bei 46⁰. Kohlenstoff 88, Wasserstoff 11. Im Torf bei Redwitz.

Der Hartit. Weiß. Schmilzt bei 74⁰. In Aether leicht auflöslich. Kohlenstoff 87, Wasser 12. Härte = 1, spec. Gew. = 1. Bei Oberhart unweit Gloggnitz in Oesterreich.

Der Hartin. Spec. Gew. = 1,115. Weiß. Geruch- und geschmacklos. Schmilzt bei 210 ⁰ zu einer gelblichen Flüssigkeit. Krystallisirt in langen Nadeln. In Steinöl leicht löslich. Kohlenstoff 78, Wasserstoff 11, Sauerstoff 10. Kommt in Begleitung des Hartits vor.

Der Könlit. Spec. Gew. = 1,0. Weiß. Zwischen Diamant- und Fettglanz. Weich, fettig. Schmilzt bei 107 ⁰ bis 114 ⁰. Zusammensetzung: Kohlenstoff 92, Wasserstoff 7. In kleinen nadelförmigen Partien als Ueberzug auf bituminösem Holz. Bei Redwitz in Baiern, Uznach bei St. Gallen.

4) **Bergöl** (Steinöl, Erdöl, Bergnaphtha). Tropfbarflüssig, durchsichtig bis undurchsichtig. Fettglanz. Weiß, gelb, schwärzlichbraun. Ganz oder theilweise in Weingeist löslich. Spec. Gew. = 0,7—0,9—1,0.

Folgende Arten sind zu unterscheiden:

1) Bergnaphtha (weißes oder gelbliches Steinöl). Tropfbar und dünnflüssig. Wasserhell, weingelb, durchsichtig. Von einem starken durchdringenden Geruch. Verflüchtigt sich in den Wärme vollständig. Setzt Ruß ab. In Weingeist löslich. Spec. Gew. = 0,7. Schwimmt auf dem Wasser. Zusammensetzung: 82,2 Kohlenstoff und 10,8 Wasserstoff oder auch 86,4 Kohlenstoff und 12,7 Wasserstoff. Formel: CH_2.

2) Bergöl. Dickflüssig, zähe. Halbdurchsichtig bis undurchsichtig; rothbraun, schwärzlich. Weniger flüchtig als Bergnaphtha. Spec. Gew. = 0,8 bis 0,9.

3) Bergtheer. Zäher, schwärzer und unreiner als Bergöl, dem Erdpech sich sehr nähernd. Spec. Gew. = 1,0. Ist nur theilweise in Weingeist löslich und geht unter Einwirkung der Luft nach und nach in Erdpech über. 92 Bitumen (Erdharz) und 8 Kohle. Enthält zwei verschieden merkenswerthe Stoffe, ein flüchtiges Oel, Petrolen genannt, Kohlenstoff 88,5, Wasserstoff 11,5. Formel: $C_{16}H_{16}$ und einen festen harzähnlichen in Aether und flüchtigen Oelen leicht löslichen Stoff, das Asphalten, aus Kohlenstoff 75,3, Wasserstoff 9,9, Sauerstoff 14,8 zusammengesetzt. Formel: $C_{20}H_{32}O_3$.

Zweite Gruppe. Salze.

Als Salze können die sogenannten Humboldtit (oxalsaures Eisenoxydul) und der Honigstein aufgeführt werden.

1) **Oxalit** (Humboldtit). Grundform ist das gerade rhombische Prisma. Härte = 2, spec. Gew. = 2,1. Haarförmig, traubig, derb, als Anflug. Ocker- bis strohgelb. Matt, erdig. Auf Kohle erst schwarz, dann roth, mit Baryt oder Phosphorsalz zu einem durch Eisen gefärbten Glase schmelzend. In Säure leicht auflöslich. Ihre Zusammensetzung: 41 Eisenoxydul, 42 Oxalsäure, 15 Wasser. Formel: $2\,FeO, C_2O_3 + 3\,HO$. In Klüften der Braunkohle zu Groß-Almerode in Hessen, in der Moorkohle bei Kolosoruk in der Nähe von Bilin in Böhmen.

2) **Honigstein** (Mellit). Grundform ist das quadratische Oktaëder. Härte = 2—2,5, spec. Gew. = 1,58—1,66. Honig- oder weingelb. Wachs- und Glasglanz. Verkohlt vor dem Löthrohr, brennt sich alsdann weiß und verhält sich wie Thonerde. In Salpetersäure leicht auflöslich. Zusammensetzung: 4 Honigsteinsäure, 14 Thonerde und 45 Wasser. Formel: 3 M. G. Honigstein- oder Mellitsäure ($\overline{M}$ oder C_4O_3) mit 1 M. G. Thonerde und 18 M. G. Wasser; demnach $Al_2O_3, 3\overline{M} + 18HO$. Findet sich in den tiefsten Flötzen der Braunkohle bei Aachen, in Thüringen und bei Bilin in Böhmen.

Dritte Gruppe. **Harze.**

1) **Bernstein** (Succinit). Härte = 2—2,5, spec. Gew. = 1. Körner, rundliche Massen, stumpfeckige Stücke, mitunter von beträchtlicher Größe. Wein-, wachs- oder honiggelb; auch weiß. Fett- bis Wachsglanz. Wird durch Reiben elektrisch. Schmilzt bei 280°, verbrennt mit heller Farbe unter angenehmem Geruch. Ihre Zusammensetzung: 78 Kohlenstoff, 10 Wasserstoff, 20 Sauerstoff. Der Bernstein enthält eine eigenthümliche organische Säure, die Bernsteinsäure, und schließt bisweilen Insekten und pflänzliche Theile ein. Hauptsächlich findet er sich in Küstengegenden der Ostsee, z. B. zwischen Danzig und Memel, von den Wellen ausgeworfen, lose am Meeresstrand oder in schwarzen mit Braunkohlen-Bruchstücken gemengten thonigen Sandschichten, in Holstein (bei Segeberg, bisweilen im Gyps). Lüneburg, Kurland, Liefland, Esthland, Dänemark, an den östlichen Küsten Spaniens, besonders schön in Sibirien.

2) **Retinit** (Retinasphalt). Rundliche stumpfeckige Stücke, auch erdig. Ocker- bis wachsgelb, ins Röthlichbraune. Bruch muschelig oder erdig. Härte = 2,0—2,5, spec. Gew. = 1,1—1.2. Zusammensetzung: 55 eigenthümliches Harz, 42 Bitumen und Spuren von Eisenoxyd und Thonerde. Theils in Alkohol lösliches Harz, theils darin unlösliche Substanz. Das in Alkohol lösliche Harz besteht nach Johnston aus $C_{24}H_{14}O_3$. Findet sich hauptsächlich in Braunkohle, bisweilen in Holz eingeschlossen. Bei Halle, Mertendorf und Langenbergen in Thüringen, bei Mildshut im Oesterreichschen, in Tyrol, Mähren, Ungarn.

3) **Asphalt**. Derb, eingesprengt. Kugelige traubige Partien. Schwarz. Wird durch Reiben elektrisch. Fettglanz. Bruch muschelig. Schmilzt bei 100°. Verbrennt unter bituminösem Geruch. Ist in Terpentinöl löslich. Härte = 2—0, spec. Gew. = 1,1—1,2. Zusammensetzung: Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff. In wechselnden Verhältnissen mit Metalloxyden und Erden gemengt.

Die meisten Asphalte enthalten etwas in Alkohol lösliches Harz nebst (etwa 70 %) in Aether und ätherischen Oelen lösliches schwarzes Harz und ungefähr 20—25 % in Terpentin- und Steinöl lösliches schwarzes Asphalten (75 Kohlenstoff, 9,9 Wasserstoff und 14,8 Sauerstoff). In manchem Asphalten ist auch etwas Stickstoff enthalten.

In neptunischen und vulkanischen Gesteinen und auf Erzgängen, z. B. England, bei Grund am Harz, Dannemora in Schweden, in der Schweiz, in den Quecksilbergruben bei Zweibrücken, bei Saalfeld, an den Ufern des todten Meeres ꝛc.

4) **Elaterit** (elastisches Erdpech). Spec. Gew. = 0,8 — 1,2. Nierenförmig, derb. Schwärzlichbraun, pechschwarz, olivengrün, braunroth. Sehr weich und elastisch, von starkem bituminösen Geruch. Schmilzt leicht. Die Zusammensetzung: 88,47 Kohlenstoff und 13,28 Wasserstoff. Formel: CH_2. Anderer ist auch sauerstoff- und stickstoffhaltig gefunden worden, jedoch scheint diese von fremdartigen Substanzen herzurühren. Derbyshire in England, im Steinkohlengebirge zu Montrelais in Frankreich und in Braunkohlenlagern des Trappgebirges in New-Haven in Nordamerika.

Vierte Gruppe. **Kohlen.**

a) **Schwarzkohle** (Steinkohle). Derb. Härte = 2 — 2,5, spec. Gew. = 1,2 — 1,5. Schwarz von verschiedenen Nüancen. Verbrennt leicht mit Flamme und betuminösem Geruch, welcher bisweilen von einem Geruch nach schwefliger Säure begleitet ist, die von eingesprengtem Schwefelkies herrührt. Ihre Zusammensetzung: Kohlenstoff von 74 bis 90 % außer Wasserstoff, Sauerstoff und erdigen Theilen. Beim Verbrennen hinterläßt sie eine schwere grauliche Asche. In verschlossenen Gefäßen erhitzt liefert sie ein brennbares Gasgemenge von verschiedenen Kohlenwasserstoffen, Steinkohlenöl und Theerdämpfe; hinterläßt eine schwarze, bisweilen metallisch-glänzende Schlacke, die man Koke (Coak) nennt.

Man unterscheidet folgende:

1) Blätterkohle (Schiefer-, Schichten-, Schürbelkohle). Derb. Aeußerlich glas-, im Innern fettglänzend. Von ausgezeichnet blättrigem, im Großen schieferigem Gefüge und unebnem bis muscheligem Bruch, häufig regenbogenartig angelaufen. Spec. Gew. = 1,27 — 1,34.

2) Grobkohle. Derb. Ziemlich bis pechschwarz. Wenig glänzende Kohle von unebnem Bruch. Spec. Gew. = 1,45 — 1,60.

3) Kännelkohle (Kännelkohle, Fackelkohle; Candle Coal). Graulich bis sammetschwarz. Metall- oder schwach fettglänzend. Von flach unebenem muscheligen Bruch und grobschieferiger Absonderung. Zerspringt leicht in würfelige Bruchstücke. Spec. Gew. = 1,21 — 1,27. Brennt hellodernd und hinterläßt eine lockere Kohle.

4) Rußkohle (Löschkohle, Faserkohle). Eisen- oder graulichschwarz, matt, durch den Strich Glanz erhaltend. Zerreiblich, abfärbend. Von erdigem Bruch. Brennt leicht. Geht oft in Schieferkohle über.

Die näheren Bestandtheile der Steinkohle sind: Erdharz, Kohle, etwas Eisenoxyd, Thon- und Kieselerde. Schwefelkies ist oftmals in bedeutender Menge

eingesprengt. (Ueber die Destillationsproducte siehe Chemie.) Die Bestandtheile sind bei der Schieferkohle nach verschiedenen Analysen 70,90 Kohlenstoff, 4,30 Wasserstoff und 24,80 Sauerstoff, ohne Asche; der Kännelkohle 64,72 Kohlenstoff, 21,56 Wasserstoff und 13,72 Stickstoff; nach Anderen 72,22 Kohlenstoff, 3,93 Wasserstoff, 21,05 Sauerstoff und 2,208 Stickstoff; der Blätterkohle 84,67 Kohlenstoff, 5,29 Wasserstoff, 7,94 Sauerstoff und Stickstoff. Asche 2,10. Die Zusammensetzung ist jedoch sehr wechselnd. Die wahre Steinkohle findet sich nur in älteren Flötzgebirgen mit Schichten von Schieferthon, denen Kohlensandstein eingelagert ist. In Deutschland hauptsächlich in den Ruhrgegenden, Dortmund, Essen, Bochum, Osnabrück und Ibbenbühren, in Westphalen, Halle, Waldenberg, Schlesien, Heynigen, Zwickau, Elsaß. Ferner Saarlouis, Saarbrück. In den Niederlanden, England, Schottland und Irland u. s. w. Am meisten verbreitet ist die Blätterkohle; Kännelkohle findet sich nur in England und Schottland. Grobkohle findet sich bei Dresden, Hameln, Neustadt am Harze, Amberg &c. Rußkohle findet sich bald von Blätterkohle eingeschlossen, bald bildet sie beträchtliche Lager. Das beste Zeichen von vorhandenen Kohlen ist ein schwärzlicher oder aschgrauer Schieferthon mit Abdrücken von Farrnkräutern und andern Pflanzenüberresten; desgleichen ein schwärzlichgrauer, zerreiblicher, mehr oder weniger grobkörniger Sandstein. (Ueber Verbreitung und Bildung siehe in der Geognosie.)

Die ausgedehnte Anwendung der Steinkohle als Brennstoff ist hinreichend bekannt. Sie erfordert gut ziehende Oefen. Koke ist abgeschwefelte Kohle, der jedoch je nach der Verschiedenheit der Kohle auch verschieden ausfällt, entweder aufgebläht, fester, bröcklich u. s. w. Für Schmiedeessen eignen sich nur solche Kohlen, die keine Schwefeldämpfe entwickeln; für Gasbeleuchtungen sind besonders nur Erdharz- und Wasserstoff-reiche vorzuziehen. Das Benetzen der Kohle, welches gewöhnlich vor der Heizung geschieht, hat den Zweck, die Kohle leichter zu zersprengen, da das Wasser seine Wirkung auf den beigemengten Schieferthon und Kalk geltend macht, welcher dann zerfällt und die einschließenden Kohlentheilchen bloßlegt; es ist daher nur für eine mit jenen Gemengtheilen verunreinigte Kohle von besonderm Nutzen. (Siehe hierüber Chemie.)

b) **Braunkohle**. Spec. Gew. = 1,2—1,4. Derb von dichter holzartiger Textur. Braun bis bräunlichschwarz. Leicht brennbar. Zusammensetzung: Kohlenstoff 54 bis 76, außerdem Wasserstoff, Sauerstoff, etwas Stickstoff und erdige Theile. Man unterscheidet:

1) Gemeine Braunkohle. Derb. Die Holztextur weniger deutlich. Holzbraun bis pechschwarz. Bruch flachmuschelig bis erdig.

2) Pechkohle. Pechschwarz. Wachsglänzend. Bruch muschelig.

3) Moorkohle. Derb. Unvollkommenes Schiefergefüge. Schwärzlichbraun bis pechschwarz.

4) Bituminöses Holz. Holztextur. Holz- bis haarbraun.

5) Erdkohle. Staubartig, erdig. Gelblichgrau ins Graue. Eigenthümliche Abänderungen sind außerdem noch die Bastkohle, Nadelkohle und Papierkohle.

Die verschiedenen Abänderungen der Braunkohle bilden mehr oder weniger mächtige Lager in den sogenannten Braunkohlen-Formationen. In Deutschland in Hessen, Thüringen, Rheinpreußen, Böhmen u. s. w.

Anhang.

Torf (Torferde). Licht- bis dunkelbraune, lockere, kohlige Substanz. Bald filzig, blätterig, erdig, dicht. Meist aus verschiedenen Ueberresten von Pflanzen und von Erdharz durchdrungenen Thontheilen zusammengesetzt. Brennt unter unangenehmem eigenthümlichen Geruch, und hinterläßt eine verschiedene Menge Asche. Im verschlossenen Raume geglüht, liefert er Kohlensäure, Kohlenoxydgas und Kohlenwasserstoff, brennzliches Oel und holzsäurehaltiges Wasser. Der Rückstand ist eine lockere Kohle. Man hat ihn außer einigen in Wasser löslichen Substanzen und Harzen aus Ulmin- und Ulminsäure, Humin und Huminsäure bestehend gefunden. — Die beiden Säuren sind in Kali löslich.

Der Torf enthält 2 % Stickstoff und darüber; die Torfasche besteht aus Kieselerde, Thonerde, Kalk, Eisenoxyd, und enthält nicht selten auch Manganoxyd, schwefelsauren Kalk und phosphorsaures Eisenoxyd.

Man unterscheidet vorzüglich 2 Sorten von Torf, nämlich Rasen- oder Pechtorf und Moortorf oder bituminöse Torferde; jedoch hat der Rasentorf in verschiedenen Gegenden verschiedene Namen erhalten, z. B. heißt der faserige Torf in manchen Gegenden Fasertorf, auch Heidetorf; der blätterige Papiertorf u. s. w.

Der Torf findet sich im aufgeschwemmten Lande beinahe aller Länder, welche bedeutende Ebenen besitzen. Die Unterlagen bilden gewöhnlich beträchtliche Sand- oder Thonlagen.

Was die Entstehung des Torfs anbetrifft, so ist er ein Zersetzungsproduct verschiedener abgestorbener Pflanzen, wie z. B. der Riedgräser, Binsen, des Heidekrauts, mancher Moose und anderer Pflanzen, welche an einem feuchten Standort wachsen, indem die Pflanzenüberreste durch die Einwirkung des Wassers in Humus und humussaure Verbindungen verwandelt worden sind.

Der Torf dient bekanntlich als Heizmaterial und zur Feuerung in verschiedenen Fabriken. In verschlossenem Raume erhitzt hinterläßt er 30 bis 50 % Kohle.

Viertes Buch.

Grundriß

der

Geognosie und Petrefactenkunde

oder

Paläontologie.

(Nebst den geologischen Perioden.)

Specielle Charakteristik der Felsarten
oder
specielle Geognosie (Petrographie).

Die zahlreichen Substanzen, welche die Mineralogie uns kennen gelehrt hat, nehmen nur in der geringern Zahl an der Bildung der Felsarten Antheil. Sie machen entweder für sich allein als einfache Mineralien, wie z. B. Gyps, größere Massen aus oder sie erscheinen zu zweien oder dreien zu Gesteinen verbunden. Jene ersteren nennt man einfache, ungemengte oder gleichartige, letztere ungleichartige oder zusammengesetzte Gesteine. So gehören z. B. der Gyps, Kalkstein, Steinsalz, obgleich sie chemisch zusammengesetzte Körper sind, zu den einfachen Gesteinen, während Granit, Gneiß, welche aus Quarz, Feldspath und Glimmer gemengt sind, zu den zusammengesetzten Felsarten gezählt werden müssen. Ein Mittelglied zwischen beiden bilden die scheinbar gleichartigen Gesteine, von denen mehrere Mineralien so innig mit einander verbunden sind, daß sie nur mit Hülfe der chemischen Zerlegung oder mit bewaffnetem Auge, als Gemenge erkannt werden können. Beispiele der Art sind der Basalt, Thon, Schiefer 2c.

Die Structur oder das Gefüge oder die Art der Verbindung der kleinsten Theile zu einem Ganzen ist sowohl bei den gleichartigen als auch bei den ungleichartigen Felsarten verschieden und man unterscheidet daher körnige, krystallinisch-körnige, schieferige, krystallinisch-schieferige, dichte, porphyr- und mandelsteinartige Gesteine. Eine besondere Classe von ungleichartigen Gesteinen bilden die Trümmergesteine, Breccien oder Conglomerate, welche aus deutlich erkennbaren, nicht selten mehr oder weniger abgerundeten Bruchstücken anderer Gesteine bestehen, die durch irgend ein Bindemittel bald innig, bald lose zusammengefügt sind. Hierher gehören z. B. die vulkanischen Tuffe, Grauwacke, alle Sandsteine 2c. Man unterscheidet daher endlich noch abgerundete körnige oder trümmergesteinartige Felsarten.

Einen besondern Gegensatz zu den übrigen Gesteinsarten bilden die sogenannten losen Gesteine, abgesonderte Felsblöcke, Trümmer, Rollsteine, Sand und Gruß.

Körnige Gesteine bestehen aus krystallinischen Theilchen oder aus eckigen fest mit einander verbundenen Körnern. Krystallinisch-schieferige Gesteine sind zwar vorherrschend aus krystallinisch-körnigen Theilen zusammengesetzt, besitzen jedoch durch dazwischen tretende parallele Ablagerungen von Blättchen einzelner Gemengtheile, eine Annäherung zum schiefrigen Gefüge. Reinschiefrige erscheinen aus dünnen mehr oder weniger mit einander verbundenen Blättchen oder Tafeln zusammengesetzt. Dichte Gesteine lassen die Verbindung der einzelnen kleinen Theilchen nicht erkennen, da diese sehr fest und innig mit einander verwachsen sind. Porphyr-Gesteine sind solche, in deren dichter oder feinkörniger gleichartiger Grundmasse Krystalle oder größere Körner eines Minerals ohne Ordnung verbreitet sind. Mandelsteinartige Gesteine heißen solche, in deren dichter oder scheinbar gleichartiger Gesteinsmasse kleinere oder größere Höhlungen sich befinden, welche man als Blasenräume bezeichnet, die bald leer, bald mit verschiedenen Mineralien angefüllt sind. — Jedoch ist das mandelsteinartige Gefüge nicht mit der häufiger vorkommenden Porosität zu verwechseln. Abgerundet körnige oder trümmergesteinartige sind solche, deren Gemengtheile deutlich die Spuren von Abreibung an sich tragen und daher durch irgend ein Bindemittel zusammengehalten werden. Diese erleiden mit der Zeit durch Einwirkung verschiedener Kräfte z. B. durch Feuchtigkeit und Kohlensäure der Luft eine Zersetzung. Sie zerfallen bald in den feinsten Staub, bald in Gruß oder Schutt.

Es ist hinreichend bekannt, daß in vielen Felsarten, bald einzeln, bald in größerer Menge, jedoch stets in einer Steinmasse in untergeordnetem Verhältniß, Mineralien in Krystallen, Körnern oder Blättchen eingewachsen oder fein eingesprengt sich vorfinden. Solche Einmengungen werden als zufällige Gemengtheile bezeichnet, die von den zur Bildung des Gesteins erforderlichen Substanzen oder wesentlichen Gemengtheilen wohl zu unterscheiden sind.

Einer mineralogischen Eintheilung zufolge zerfallen die Felsarten in 1) gleichartige, 2) ungleichartige, 3) Trümmergesteine, 4) lose Gebirgsarten.

Der muthmaßlichen Entstehung zufolge lassen sich die Gebirgsarten in folgende Classen eintheilen: 1) in vulkanische oder durch Schmelzung entstandene: Basalt, Trachyt, Phonolith, Perlstein, Dolerit, vulkanische Asche, vulkanischer Sand, Melaphyr, Lava; 2) plutonische oder durch Hitze und Wasser entstandene: Granit, Gneiß, Syenit, Diorit oder Grünstein, Grabbó, Serpentin, Weißstein, Eklogit; 3) neptunische oder durch Wasser allein entstandene; das ganze Uebergangs- und Flötzgebirge, mit Ausnahme der untergeordneten Lager und Gänge, welche die Gebirgsarten von 1 und 2 darin bilden; 4) vulkanisch-plutonische oder Uebergänge von 1 und 2; Hornstein-, Pechstein-, Felsstein- und Grünstein-Porphyre; 5) plutonisch-neptunische oder Ueber-

gänge von 2 zu 3: Glimmerschiefer, Urthonschiefer, Hornblendeschiefer, Chloritschiefer, Talkschiefer; 6) vulkanisch-neptunische oder erst geschmolzene und dann durch Wasser abgesetzte Gesteine — Uebergänge von 1 zu 3: Basaltuff, Trachyt-, Bimsstein- und Dolerit-Trümmergestein, Wacke, Traß; 7) pseudo-vulkanische oder durch Feuer bloß veränderte Gesteine: gebrannter Thon, Erdschlacke, Basalte.

Eine Eintheilung nach Schichtung und Altersverhältniß ist die in Grund- oder Urgebirgsgesteine, Flötzgebirge (Grauwacke, Steinkohlen, Zechstein-Formation, Trias- und Muschelkalk-, Lias-, Kreide-, Molasse-Formation), in Schwemmlands-Gebilde (älteres Schwemmland oder Diluvium, jüngeres Schwemmland, Alluvium) in Trappgebirge oder vulkanische Gesteine.

Für die hier folgende specielle Beschreibung der Gebirgsarten ist eine Eintheilung, welche sich auf die Structurverhältnisse gründet, gewählt worden.

I. Ungleichartige Gesteine.

A. Körnige Gesteine.

Granit. Krystallinisch-körniges Gemenge von Feldspath, Quarz und Glimmer, ohne Ordnung untereinander verbunden. Der Feldspath erscheint am häufigsten weiß ins Grauliche und Rothe, seltener braun, gelb, blau oder olivengrün, bisweilen finden sich sogar mehrere Farben zusammen. Feldspathreicher Granit ist sehr feinkörnig. Im gemeinen Granit, welcher groß-, grob-, klein- bis feinkörnig ist, sind Quarz, Glimmer und Feldspath sehr gleichmäßig vertheilt. Im Allgemeinen unterscheidet man die Granite nach diesem verschiedenen Gefüge; bei den grobkörnigen steigen die einzelnen Gemengtheile von einem halben Zoll bis 1 Fuß Länge; namentlich erscheint der Glimmer silberweiß ins Messinggelbe, Tombackbraune, bald grau ins Dunkelgrüne und Schwarze, metall- oder perlmutterglänzend, von ausgezeichnetem blätterigen Gefüge von beträchtlicher Größe. Der Granit ist selten geschichtet und zeigt in der Regel unregelmäßige Zerklüftung. Er schließt nicht selten Gänge ein, deren Gangart aus Quarz, Feldspath, Baryt, Flußspath, zuweilen aus einer Art Granit-Trümmergestein besteht. Diese Gänge sind häufig reich an Erzen und schließen namentlich Silber-, Kupfer-, Nickel-, Kobalt-, Zinn-, Blei-, Wismuth-, Mangan-, Eisenerze ein. Außerdem finden sich an fremden Gemengtheilen in dem Gestein Granit, Schörl, Hornblende, Talk, Topas, Molybdän-Antimonerze 2c.

Der Granit hat im Ganzen meist eine grauliche ins Grüne oder Rosenfarbige spielende Farbe. Man wendet ihn sehr häufig als Baumaterial an,

das seiner Festigkeit wegen besonders zu größern Werken, zu Wasserarbeiten z. B. zu Brücken (wie die große Weichselbrücke bei Dirschau) dient. Viele Arten von Granit nehmen eine schöne Politur an. — Der Widerstand gegen die atmosphärische Luft ist jedoch außerordentlich verschieden, denn manche Granite zerfallen schon nach einigen Jahren zu Staub, während andere Jahrtausende den Einflüssen der Luft Trotz bieten. Der Granit bildet bedeutende Strecken auf der Erdoberfläche und zeigt sich dann meist in der Form wellenförmiger Hügel oder mittelhoher Berge, deren Abhänge meistens durch die Verwitterung sanfter erscheinen, als sie ursprünglich waren. In vielen Gegenden erscheint der Granit compact, in den meisten Fällen aber läßt er ein gewisses schaliges Gefüge erkennen, wie z. B. auf der scandinavischen Halbinsel. — Die Granitberge erscheinen meistens als Ellipsoide oder als Kegelabschnitte. Ein eigenthümlicher Granit ist der Schriftgranit, in welchem unvollständig ausgebildete Quarz-Krystalle in verzerrten, regellosen Gestalten in Feldspath eingewachsen sind, die hinsichtlich ihrer Anordnung an hebräische Schrift erinnern.

Syenit. Krystallinisch-körniges Gemenge von Hornblende und Feldspath. Meist weiß oder röthlich mit dunkelgrünen Punkten. — Der Feldspath, in der Regel Orthoklas (Kalifeldspath), ist roth, grünlich-weiß, graulich-weiß; die Hornblende grünlich-schwarz bis schwarz. Das Gestein enthält bisweilen Glimmer und Quarz, wodurch es bald dem Granit und Gneiß ähnlich erscheint. Als ähnlicher Gemengtheil kommt der Zirkon vor und bildet dann mit dem Gestein den Zirkonsyenit. Weitere Einmengungen sind: Schillerspath, Skapolith, Rutil, Granat, Eläolith, Magneteisen, Chlorit, Strahlstein u. s. w. Uebergänge des Gesteins außer in Granit und Gneiß kommen bisweilen auch in Hornblendegestein und Hornblendeschiefer vor.

Der Syenit umschließt in untergeordneten Lagern Gneiß, Granit, Porphyr, körnigen Kalk, Magneteisenstein, Zinn- und Bleierze führenden Quarz; in Gängen erscheinen Quarz-, Kalk- und Feldspath, Grünstein, Basalt, die theilweise Fahlerze, Bleiglanz und Blende führen. Gewöhnlich ist der Syenit arm an Erzen.

Die Formen des Syenitgebirges sind in der Regel gerundet und massig. Wegen seiner ungemeinen Festigkeit findet er Anwendung in der Baukunst und dient als Grundstein für Monumente, Pfeiler und Brücken; wegen seiner Härte als Straßen- und Pflasterstein; auch hat man ihn zu Hohöfen verwendet. Der Zirkonsyenit pflegt seines schönen Farbenspiels wegen wohl zu Tischplatten verwendet zu werden.

Diorit oder **Grünstein**. Feinkörniges Gemenge von Hornblende und Feldstein, bisweilen mit Feldspath untermengt, oder von Hornblende mit Albit von schwarzer, dunkelgrüner oder graugrüner Farbe. Von ausgezeichneter Festigkeit und Härte. Krystallinisch-körnig, vom Grobkörnigen ins Feinkörnige und Dichte übergehend. Der dichte scheinbar gleichartige Grünstein heißt Aphanit.

Die Hornblende ist in der Regel dunkelgrün, krystallinisch, blätterig. Der Feldstein meistens graulich oder grünlich-weiß; ist Feldspath eingemengt, so erhält das Gestein ein phorphyrartiges Aussehen. Durch Einmengung von kugelförmigen Feldsteinkörnern entsteht der sogenannte Blätterstein. Fremdartige Beimengungen sind: Chlorit, Glimmer, Talk, Schillerstein, Speckstein, Granat, Quarz, Magneteisenstein, Schwefel- und Kupferkies. Der Diorit ist gewöhnlich geschichtet, enthält nicht selten Gänge mit Feldspath, Quarz, Kalk- und Schwerspath, welche mitunter Kupfer- und Eisenerze einschließen. Er bildet aber selten selbstständige Gebirge, sondern findet sich meistens als untergeordnetes Lager im Ur- und Uebergangsgebirge; tritt er in beträchtlichen Massen auf, so bildet er abgerundete oder kegelartige Gebirge oder Kuppen. Er findet sich in allen größeren Gebirgen Deutschlands, z. B. am Harze, Fichtelgebirge, Schlesien, Böhmen, Sachsen, Nassau, Frankreich, Schweden, Schottland, Asien, Amerika u. s. w. Der dichte Grünstein dient als Baustein.

Dolerit (Flötzgrünstein, basaltischer Grünstein). Krystallinisch-körniges Gemenge von Augit, Feldspath und Magneteisenstein. Schwärzlich-grau; weniger hart und dicht als Basalt und von gröberem Korn. Er ist bald klein-, bald grobkörnig, bisweilen im Großen flach-muschelig, im Kleinen selbst splitterig und geht bald in Basalt, bald in Klingstein über. Fremde Einmengungen sind: Bitterkalk, Stilbit, Analcim, Hyalith, Leucit, Nephelin, Hornblende, Titaneisen, Sphärosiderit, Schwefelkies u. s. w. Er findet sich vorzugsweise am Kaiserstuhl, am Odenwald, in Kurhessen, in der Wetterau, in der Auvergne, auf den Faröern. Das Gestein liefert ein vorzügliches Straßenpflaster-Material.

Gabbro (Urgrünstein, Serpentinit). Krystallinisch-körniges Gemenge, bald grob-, bald feinkörnig. Meist dunkelgrün, braun ins Schwärzliche, aus Labrador, Feldspath und Bronzit zusammengesetzt, bisweilen durch eingemengte Feldspathkrystalle porphyrartig. Einmengungen sind: Hornblende, Glimmer, Talk, Speckstein, Granat, Quarz, Kalkspath, Magneteisenstein, Schwefelkies ꝛc. Lagerartig erscheinen im Gabbro: Serpentin, Quarz, Jaspis, körniger Kalk, seltener Kupfer- und Kobalterze. Die meisten schmalen Gänge sind mit Quarz und Kalkspath ausgefüllt und enthalten seltener Kupfer- und Eisenkies. Das Gestein findet sich zwar in Deutschland weniger, aber desto mehr in fremden Ländern, z. B. am Fuß des Brockens, bei Frankenstein, in der Grafschaft Glatz, in Schlesien, ferner bei Krems in Unterösterreich, Oberwallis, Graubündten, Piemont, Oberitalien, Corsika u. s. w. Es dient zu Verzierungen in der Baukunst.

Eklogit (Smaragditfels). Grün und roth geflecktes krystallinisch-körniges Gemenge aus Strahlstein und rothem Granat zusammengesetzt. Führt hauptsächlich Quarz, seltener Glimmer, Hornblende, Syenit, Chlorit, Schwefelkies und Magneteisenstein. Findet sich dem Gneiß und Glimmerschiefer eingelagert am Fichtelgebirge, Steiermark ꝛc.

Hornfels. Ein dichtes und inniges Gemenge von splitterigem Quarz und dichtem Feldstein, bisweilen von häufigen Beimengungen aus Schörl. Feinkörnig bis dicht, von splitterigem Bruch. Rauchgrau, grünlichgrau ins Schwärzliche. Fremde Gemengtheile sind: Hornblende, Glimmer, Feldspath und Quarz. Das Gestein erscheint dem Granit aufgelagert in ziemlicher Verbreitung am Harze, wo es beträchtliche Kämme und kleine kegelförmige Berge bildet. Es läßt sich wegen seiner beträchtlichen Härte und Festigkeit mit Vortheil zum Straßen- und Pflasterbau verwenden.

Der Hornfels hat auch bisweilen Uebergänge in Granit, Grünstein, Thonschiefer, Quarzfels und Weißstein.

B. Schieferige Gesteine.

Gneiß. Schieferig-körniges Gemenge von Feldspath, Quarz und Glimmer. Der Quarz ist rauchgrau oder graulich-weiß; der Feldspath weiß, lichtgrau, gelb, mitunter fleischroth; der Glimmer grau, grünlich, tombackbraun, schwarz, ziemlich selten silberweiß. Je nach der Größe des Korns und des Mengenverhältnisses der einzelnen Bestandtheile, Färbung 2c. findet eine Verschiedenheit wie beim Granit Statt; jedoch ist der Gneiß seltener grobkörnig als der Granit. Einmengungen sind denen beim Granit ähnlich. Am häufigsten finden sich in ihnen Quarz, Feldspath, Chloritschiefer, Talkschiefer, Hornblendeschiefer, Serpentin, Granit und von Erzen Magneteisenstein, Eisenglanz, Rotheisenstein und Kupferkies. Die häufigeren Gänge sind nicht selten erzreicher als im Granit; ihre Masse besteht namentlich aus Quarz, Kalkspath, Flußspath und Schwerspath, nebst oftmals schön krystallisirten Verbindungen der Thonerde mit Kieselerde. Die Erze sind namentlich Kupfer, Eisen, bisweilen Silber; seltener Zinnstein. Der Gneiß lagert häufig auf Granit und geht nach oben allmählig in Glimmerschiefer über, oder wird von demselben überlagert; nicht selten bildet er mit diesen beiden Gebirgsarten Wechsellager.

Der Gneiß findet sich in sämmtlichen Hauptgebirgen Deutschlands mit Ausnahme des Jura- und rheinischen Schiefergebirges in Begleitung des Granits, namentlich am Schwarzwald, Odenwald, Spessart, Erzgebirge, Riesengebirge und Böhmerwald, weniger verbreitet in den Alpen, am Harz und am Fichtelgebirge.

Das Gestein dient als gemeiner Mauerstein zur Grundlage von Kunststraßen, zu Hohöfen und andern ähnlichen Mauerwerken. Härtere glimmerärmere Abänderungen liefern vortreffliche Pflastersteine.

Glimmerschiefer. Schieferiges Gemenge von Quarz und Glimmer, bei welchem die Glimmerblättchen in paralleler Lage unmittelbar aneinander stoßen, den gewöhnlich feinkörnigen graulich-weißen Quarz einhüllen und meistens vorherrschen. Der Glimmer ist bald weiß, braun, gelbgrau, grün oder schwarz, und das ganze Gestein hat hiernach auch die betreffende Farbe. Der Glimmer-

schiefer ist reich an Einschlüssen anderer oft schön krystallisirter Mineralien, namentlich sind solche: Granat, Syenit, Staurolith, Smaragd, Strahlstein, Graphit, Rutil, Magneteisenstein, Glanzkobalt, Kupferkies und gediegenes Gold.

In untergeordneten Lagern schließt das Gestein nicht selten Quarz, Feldspath, Kupferkies, Magneteisenstein, Chromeisen, Talk-, Chlorit- und Hornblendeschiefer, körnigen Kalk, seltener Gyps ein. Er ist reich an Gängen, welche außer Quarz, Kalkspath und Schwerspath, nicht selten Silber-, Blei- und Eisenerze, seltener Gold-, Antimon-, Kobalt- und Kupfererze führen. Er ist oftmals von Granit- und Porphyrgängen durchsetzt. Kommt er mit andern Urgebirgsarten vor, wie z. B. mit Granit und Gneiß, so ruht er gewöhnlich auf diesen.

Das Glimmerschiefergebirge zeigt in Folge der schönen Schichtung des Gesteins überall ein Streben zur Plateaubildung; breitgezogene und in die Länge gedehnte Gebirgsrücken mit sanft gerundeten Wellenlinien. Das Gestein findet sich vorzugsweise im östlichen Theile der Centralkette der Alpen, im Fichtelgebirge, in den Sudeten, im Erzgebirge, am Thüringer und Böhmer Wald, in den Karpathen, in Schweden, Norwegen, am südlichen Theile der Cordilleren, Himalayagebirge rc.

Das Gestein eignet sich vorzüglich zum Belegen der Dächer, Fußböden, Wasserleitungen rc.

Itakolumit (biegsamer Sandstein). Ein körnig-schieferiges Gemenge von Quarz und Talk und Chlorit. Zeichnet sich durch seine Biegsamkeit aus; ist fest bis zerreiblich, bietet Uebergänge in Talk und Chloritschiefer oder in Thon und Eisenglimmerschiefer; führt Eisen, Glimmer und Gold. Findet sich in beträchtlicher Ausdehnung in den höheren Gebirgen Brasiliens.

Eisenglimmer. Von körnig-schieferigem Gefüge aus Eisenglimmer und Quarz zusammengesetzt. Häufig bandartige Streifen. Führt gediegenes Gold, Eisenkies, Strahlstein, Talk, Eisenglanz u. s. w. Findet sich in Brasilien und ist muthmaßlich die Lagerstätte der Diamanten.

Turmalinschiefer (Schörlschiefer). Von körnig-schieferigem Gefüge aus Quarz und Turmalin zusammengesetzt. Mit zufälligen Einmengungen von Glimmer, Chlorit, Granat, Zinnstein, Arsenkies. Findet sich dem Granit aufgelagert beim Eibenstock im Erzgebirge.

Dioritschiefer (Grünsteinschiefer). Schmutziggrün ins Graue und Schwärzliche; von gerade meist dickschieferigem Gefüge, aus Feldstein und Hornblende zusammengesetzt, mitunter mit eingesprengten Quarzkörnern, Granaten oder Glimmer, selten Schwefelkies oder Titanit enthaltend; ist nicht sehr verbreitet, findet sich am Fichtelgebirge, in Böhmen bei Kupferberg und Oberhals, im Radauthal und Kaltenthal am Harz, bei Gersdorf, Sibenlehen, Roswein im Erzgebirge, in den Alpen, am Montblanc, Frankreich, Schweden u. s. w. Das Gestein läßt sich in Platten zum Dachdecken, zum Belegen von Fußböden und dergleichen verwenden; dient ferner als Mauer- und Baustein.

Topasfels. Von körnig-schieferigem Gefüge, aus Quarz, Turmalin, Topas zusammengesetzt. Der Quarz ist graulich-weiß, Turmalin schwarz, Topas weingelb. Einmengungen sind Glimmer und Steinmark mit Topasen. Das Gestein findet sich als abgesonderte Masse im Thon- oder Glimmerschiefer am Schneckenstein bei Auerbach im Voigtlande.

C. Porphyre.

Feldsteinporphyr (rother Porphyr). Feldsteinmasse mit Körnern oder Krystallen von Feldspath und Quarz, mitunter auch von Glimmer und Hornblende, meistens von schmutzig-rother aber auch von grauer, brauner, hellblauer, dunkelblauer, grüner ins Weiße übergehender Farbe von porphyrartigem Gefüge. Der Quarz erscheint meistens in abgerundeten Körnern, seltener krystallinisch. Der Feldspath ist in der Regel blasser als die Grundmasse. Der Glimmer findet sich als außerordentlicher Bestandtheil.

Der Porphyr tritt gewöhnlich am Rande des Urgebirges, dem Granit, Gneiß oder Glimmerschiefer aufgelagert, oder im Uebergangsgebirge, die Grauwacke oder den Thonschiefer bedeckend, auf, oder im älteren Flötzgebirge, wo er die Steinkohlen-Formation durchbricht.

Das Gestein bildet selten ganze Gebirgsmassen; ist dies der Fall, so tritt es in nadelförmigen Hörnern oder Kegeln auf. Es findet sich ziemlich verbreitet, fast überall gangartig, wo das Urgebirge vom Uebergangs- oder Flötzgebirge überlagert wird. Es ist besonders in den Vogesen, am Thüringerwalde, im Erzgebirge verbreitet. An den Alpen erscheint es namentlich in der Nähe von Botzen und Collmann. Es bedeckt auf dem Granit-Gneiß ruhend und zuweilen Uebergänge in das Todtliegende bildend, die Höhen des Schwarzwaldes, in der Nähe von Triberg, Alpirsbach, in den Umgebungen des Höllenthales, Rippoldsau, Baden u. s. w.

Der Porphyr ist eins der ausgezeichneten Baumaterialien, widersteht den Einflüssen der Witterung und eignet sich zum Straßen- und Pflasterbau, zu Fundamenten u. s. w.

Bemerkenswerth ist, daß das Porphyrgebirge sehr reich an Quellen und diese mit wenigen Ausnahmen (Soolenquellen bei Kreuznach und Halle) im Ganzen sehr rein sind.

Der Pyromerid der französischen Geognosten, auf Corsica gefunden, kann als eine Abänderung des Feldsteinporphyrs betrachtet werden; er besteht aus einer Grundmasse von Feldstein, in welchem Kugeln von einem Gemenge aus Feldspath und Quarz eingeschlossen sind.

II. Gleichartige Gesteine.

A. Körnige Gesteine.

Granulit (Weißstein). Inniges Gemenge von Feldspath, Feldstein und Quarz. Röthlich-weiß, graulich oder gelblich; von splitterigem Bruch, bisweilen von schieferigem Gefüge. Selten dunkelgrau-grün oder braun, zuweilen streifig. Fremdartige Beimengungen sind: Glimmer, Granat, Syenit, Hornblende, Schwefelkies, Turmalin. Im Weißstein des Ilmengebirges finden sich Zirkon, Beryll, Apatit. Das Gestein findet sich selten als selbstständige Gebirgsart, vielmehr in gangartigen Räumen oder kleinen Lagern im Granit; ferner dem Glimmerschiefer oder Diorit ein- und aufgelagert, so z. B. in der Nähe von Wildbad, am nördlichen Fuße des Erzgebirges, in Mähren, Oesterreich, Steiermark, Schweden, Grönland u. s. w.

Das Gestein ist der Verwitterung sehr unterworfen, und wird mehr oder minder in reinen Thon zersetzt. Die Anwendung des Gesteins beschränkt sich daher auf gewöhnliches Mauerwerk, Pflaster- und Straßenbau.

Quarzgestein oder Quarzfels. Besteht der Hauptsache nach aus Quarz von weißer, ins Röthliche, Graue und Braune übergehender Farbe. Einmengungen sind: Turmalin, Feldspath, Glimmer und Schwefelkies. Man unterscheidet dichten, schieferigen und porphyrartigen Quarzfels. Durch Aufnahme von Glimmer und Talk geht derselbe in Glimmer und Talkschiefer über. Durch Aufnahme von Glimmer und Feldspath in Granit und Gneiß, durch Aufnahme von Feldstein in Hornfels. Das Gestein findet sich am Taunusgebirge, auf der Höhe des Gebirgsrückens bei Reichenbach, am Odenwald, bei Weinheim an der Bergstraße, bei Bodenmais und Hohenstaufen in der Oberpfalz, bei Wernigerode, Andreasberg, Ilseburg am Harz, bei Freiburg; ferner in Schweden, Norwegen, Frankreich u. s. w. Es bildet, wo es in beträchtlicher Mächtigkeit auftritt, oft schroffe Felsen, obgleich es meistens in untergeordneten Lagern erscheint. Es trotzt der Verwitterung in hohem Grade, ist eins der dauerhaftesten und festesten Gesteine für Fundamente, Straßen- und Pflasterbauten; läßt sich aber wegen seiner Härte schwer verarbeiten.

Hornblendegestein. Besteht aus gemeiner Hornblende, aus körnigen und blätterigen Stücken, welche innig und fest mit einander verwachsen sind; theils blätterig, theils strahlig oder krystallinisch-körnig, schwärzlichgrün ins Schwarze übergehend. Fremde Einmengungen sind: Glimmer, Quarz, Feldspath, Granit, Magneteisenstein, Kupfer- und Schwefelkies. Gänge, wenn sie vorkommen, sind meistens mit Quarz und Feldspath erfüllt. In untergeordneten Lagern erscheint Serpentin, Chloritschiefer, Strahlstein, Quarz u. s. w. Kommt das Gestein massig vor, so bildet es pyramidenförmige Kuppen mit sattelförmigen Vertie-

fungen. Es findet sich in der Centralkette der Alpen, Savoyen, Tyrol, bei Freiberg im Erzgebirge, am Fichtelgebirge, Böhmerwald, in Frankreich, Ungarn, Norwegen, Schottland u. s. w. Das Gestein liefert ein sehr festes Material für Straßen= und Pflasterbau u. s. w.

Augitfels. Körnige Augitmasse von grüner, brauner, grauer oder gelber Farbe mit Einmengungen von Speckstein, Topfstein, Kalkspath und Turmalin=theilchen von fettartigem Glanze, meistens deutlich geschichtet. Das Gestein bildet untergeordnete Lager oder liegende Stöcke im körnigen Kalk des Urgebir=ges. Findet sich in den Pyrenäen, zum Theil in beträchtlichen, kegelförmigen Bergen. Das reine Gestein widersteht der Witterung kräftig. Das mit Topf=stein gemengte zersetzt sich hingegen in der Luft sehr bald und zerfällt seiner ganzen Masse nach zu einem eisenschüssigen Grus.

Körniger Kalk (Urkalk). Krystallinisch=körniger oder körnig=blätteriger Kalkstein, von weißer, gelblicher, röthlicher, bisweilen ins Braune und Graue übergehender Farbe, mitunter gefleckt oder gestreift. Grob bis feinkörnig, mit=unter sich dem Dichten nähernd. Einmengungen sind: Talk, Asbest, Glimmer, Hornblende, Quarz, Feldspath, Granat, Graphit, Magneteisenstein, Bleiglanz, Kupferkies u. s. w. In untergeordneten Lagern erscheint Diorit, Schwefelkies, Brauneisenstein, Bleiglanz u. s. w. Er findet sich meistens massig und erscheint oftmals in beträchtliche Massen gesondert. Ist in beträchtlichen Lagern dem Ur=gebirge untergeordnet, vorzugsweise dem Glimmerschiefer und Gneiß, seltener im Granit; auch im Serpentin, Thonschiefer und Chloritschiefer. In beträchtlichen Massen bildet er weit in die Ferne scheinende glänzend weiße steile Berge mit schroffen Gehängen. Der feinkörnige widersteht den Einflüssen der Luft sehr lange; grobkörniger und blätteriger verwittern hingegen leicht.

Der körnige Kalk findet sich in den meisten größeren Gebirgen Europas, namentlich in Böhmen, Schlesien, im Erzgebirge, Fichtelgebirge, in den Pyre=näen, Apenninen, auf den griechischen Inseln, Norwegen u. s. w.

Der reinere und feinkörnige Kalkstein (Statuenmarmor) liefert ein herr=liches Material zu Bildhauerarbeiten und Bauten aller Art. Die unreinen Arten dienen zu gemeinem Mauerwerk.

Körniger Gyps (Süßwassergyps). Nur der körnige und dichte Gyps tritt als Gestein in größeren Massen auf und ist oft mit Thon gemengt. Zer=setzt sich an der Luft und erleidet eine allmählige Waschung und Auswaschung durch das Wasser der Atmosphäre. Eine mehr oder weniger krystallinische, bald ins Dichte bald ins Erdige übergehende, unregelmäßig geschichtete Gyps=Ablagerung ruht bei Paris über dem unteren Süßwasser= und Grobkalk.

Dolomit. Feinkörniges Gefüge aus kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Talkerde zusammengesetzt. Weiß ins Gelbe, Rothe und Graue übergehend. Fremdartige Beimengungen sind: Glimmer, Talk, grüner Turmalin, Realgar, Blende, Eisenkies. Das Gestein ist härter als der gewöhnliche Kalkstein, kann

aber anstatt desselben zum Beschlagen von Straßen ꝛc. benutzt werden. Durch Einwirkung der Atmosphäre wird der körnige Dolomit noch lockerer.

Steinsalz. Das Steinsalz ist mehr oder weniger mit Thon, Gyps, wasserfreiem Gyps (Anhydrit), Mergel, Kalkstein gemengt; daher weiß ins Röthliche, Gelbliche, Graue; von fein- bis grobkörnigem, auch faserigem Gefüge. Es bildet Lager, abwechselnd mit Bänken von Salzthon, Stinkstein, Gyps und Thongyps. Die Mächtigkeit der einzelnen Schichten ist sehr verschieden und wechselt von einigen Fußen bis 100 Fuß und darüber.

B. Schieferige Gesteine.

Talkschiefer. Talkmasse von schieferigem Gefüge und von graulich- und grünlich-weißer Farbe. Sehr weich und fettig anzufühlen. Das Gestein zeigt deutliche Schichtung; enthält nur selten fremde Einmengungen z. B. Glimmer, Feldspath, Quarz, Granat, Turmalin, Strahlstein, Asbest, Magneteisenstein, Schwefelkies. Durch Aufnahme von Chlorit geht es in Chloritschiefer, durch Aufnahme von Glimmer in Glimmerschiefer über. In Gängen führt es Quarz, Kalkspath, Schwefelkies, Gold und andere Erze; in Lagern Zeichenschiefer. Der Talkschiefer findet sich meistens untergeordnet im Ur- oder Uebergangsgebirge oder an der Grenze zwischen beiden; tritt jedoch auch in größeren Massen auf und bildet dann flache oder gerundete Berge oder Hügel. Er verwittert leicht und bildet einen fetten Boden. Er findet sich am Fichtelgebirge, am rheinischen Schiefergebirge, in den Schweizeralpen, in Tyrol, Piemont, Apenninen, Corsica u. s. w. Die Weichheit des Talkschiefers gestattet nur eine Anwendung zum Ausmauern von Wänden u. s. w.

Hornblendeschiefer. Dunkel-lauchgrün ins Schwarze übergehend, bisweilen strahlig, blätterig; bald dick- bald dünnschieferig, aus schieferig-krystallinischen Hornblende-Theilchen zusammengesetzt; meistens deutlich und regelmäßig zusammengeschichtet. Geht durch Aufnahme von Quarz und Feldspath in Gneiß, von Feldspath in Dioritschiefer, von Quarz und Glimmer in Glimmerschiefer über. Fremde Gemengtheile sind: Feldspath, Quarz, Glimmer, Chlorit, Granat, Magneteisenstein, Schwefelkies ꝛc. In Gängen finden sich Feldspath, Quarz und Schriftgranit; in Lagern körniger Kalk, Quarz, Gneiß, Glimmerschiefer, Talk und Chloritschiefer.

Der Hornblendeschiefer bildet, wo er in größeren Massen auftritt, mehr flache und niedrige Berge und Hügel; erscheint meistens als untergeodnetes Glied im Gneiß und Glimmerschiefer, seltener im Thonschiefer. Er ist nicht sehr verbreitet. Findet sich am Schwarzwald, im Erzgebirge, Thüringerwald, Fichtelgebirge, in Schlesien, Alpen, im Salzburgischen, in Schweden und Norwegen ꝛc. Das Gestein dient zum Belegen von Fußböden, so wie zum Straßenbau und gewöhnlichem Mauerwerk.

Chloritschiefer. Besteht aus mehr oder weniger reinem Chlorit, häufig

mit Quarzkörnern und oftmals mit Thon gemengt. Von schieferigem Gefüge, lauch- und berggrüner Farbe. Beimengungen sind: Magneteisenstein, Granat, Turmalin, Bitterspath, Talk, Kupfer, Schwefel, Arsenikkies u. s. w. In Gängen findet sich Quarz, bisweilen mit Schwefel und Arsenikkies; in Lagern hauptsächlich Kupfer und Schwefelkies; in Nestern Steinmark, Topas, Bergkrystall u. s. w. Der Chloritschiefer findet sich meistens untergeordnet im Glimmerschiefer-, Gneiß- und Thonschiefergebirge, vorzugsweise in dem Glimmerschiefer der Alpen, in Böhmen, in den Karpathen und in Brasilien.

C. Dichte Gesteine.

Uebergangskalk. Dicht oder körnig, meist grau oder von weißer bläulich-grauer, gelblicher oder röthlicher Farbe; von splitterigem bis groß-flachmuscheligem Bruch, bisweilen gefleckt, durchscheinend. Führt an fremdartigen Mineralien Feuerstein in Kugeln und Knollen, Kieselschiefer, Quarz, Kalkspath, Feldspath, Glimmer, Schwefelkies, Blende, Bleiglanz und Galmei. Ist mitunter sehr reich an Petrefacten oder Versteinerungen organischer Körper; in Gängen findet sich Kalkspath, Schwerspath, bisweilen Bleiglanz, Rotheisenstein, Schwefelarsenik, Basalt, Grünstein, Porphyr; in untergeordneten Lagern Kieselschiefer, Thonschiefer, Grauwacke, Serpentin, Gyps, Porphyr, Eisen-, Blei- und Zinkerze. Der Uebergangskalk bildet ein untergeordnetes Glied der Uebergangsformation und ist gewöhnlich dem Thonschiefer oder der Grauwacke ein- und aufgelagert, ruht mitunter unmittelbar auf den schieferigen Gesteinen des Urgebirges; tritt er in größern Massen auf, ohne eine beträchtliche Störung erlitten zu haben, so zeigt er ein Streben zur Plateaubildung, bisweilen auch hohe vielfach zerborstene Kuppen mit schroffen und nackten Felswänden.

Der Uebergangskalk findet sich fast überall, wo das Uebergangsgebirge einigermaßen verbreitet ist, z. B. am Mittelrhein, Fichtelgebirge, Harz, Sachsen, Böhmen, Mähren 2c. Anwendung wie die der anderen Kalksteine.

Aelterer Flötzkalk (Zechstein, Alpenkalk zum Theil). Ein dichter, seltener feinkörniger, thoniger Kalkstein von schwärzlich-grauer, gelblicher, röthlicher Farbe; von splitterigem bis flach-muscheligem Bruch, deutlich geschichtet und vielfach zerklüftet; reicher an erzführenden Gängen und Lagern als andere Kalkgebilde. Erstere durchsetzen in der Regel den darunter befindlichen Kupferschiefer und erstrecken sich nicht selten bis ins Uebergangs- und Urgebirge. Am häufigsten kommen darin vor: Galmei, Blende, Bleiglanz (bisweilen silberhaltig), Braun- und Spatheisenstein und Kupfererz.

In untergeordneten Lagern schließt der Zechstein Stinkkalk, Gyps, wasserfreien Gyps und eine schwärzliche erzhaltige Mergelerde ein. Gewöhnlich ist er von porösem Dolomit überlagert, enthält häufig kleinere oder größere Höhlen, weshalb man ihm auch wohl den Namen Höhlenkalk gegeben hat.

Die Verbreitung des Gesteins ist nicht unbeträchtlich und erstreckt sich

namentlich über einen großen Theil des nordwestlichen Deutschlands z. B. Riechelsdorf in Hessen, Eisenach und Altenstein am Thüringerwald, in der Gegend von Biber im Hanau'schen. Am Fuße des Harzes zieht es sich von Goslar über Ilseburg, Osterode durch das Stollberg'sche und Anhalt-Bernburgische ins Mansfeld'sche nach Gera und Saalfeld hinüber. Ferner zeigt es sich in der Nähe des Meißners im Kurfürstenthum Hessen, im Rheingebiete, bei Frankfurt am Main ꝛc. In England tritt der Zechstein ohne Kupferschiefer auf.

Jurakalk (weißer Jura). Bildet einen gelblich-röthlichen oder graulich-weißen, bald dichten, bald deutlich geschichteten und vielfach zerklüfteten Kalkstein, dessen Bänke häufig durch schwache Mergelschichten von einander getrennt werden. Mitunter treten mächtige Ablagerungen von thonigem Mergel auf.

Dieses mächtige Kalkgebilde, welches in einem großen Theile von Deutschland, Frankreich und England die Formation des Eisenrogensteins bildet, ist durch eine große Menge meist wohl erhaltener Meerespetrefacten ausgezeichnet, so finden sich z. B. Ammoniten, Belemniten, Krebse, Fische, Insekten, Reptilien in dem sogenannten Plattenkalk, welcher die oberste Schicht des weißen Jura bildet. In dem Korallenkalk finden sich z. B. Seeschildkröten, verästete Sternkorallen. In dem Planulatenkalk, wohlgeschichtete viel zerklüftete weiße Kalksteine, kommen Ammoniten vor. In dem Spongitenkalk unregelmäßig geschichtete oft ins Massige übergehende gelbliche, weiße oder graulichе nach oben mergelige Kalksteine, welche zahlreiche Schwammkorallen ꝛc. führen.

An fremdartigen Einmengungen des weißen Jura sind folgende zu erwähnen: krystallisirter und poröser Quarz, Feuerstein, Chalcedon, Eisenkies, Thoneisensteine und Kohlen ꝛc. Die Form der Gebirge, welche weit ausgedehnte Gebirgszüge bilden, ist besonders zur Plateaubildung geneigt. Mitunter zeigt sie eine Küstenbildung und dann tritt sie auch in abgesonderten Kuppen auf. Sie ist sehr verbreitet. Der ganze Zug des Schweizer Jura, der schwäbischen Alp, so wie des fränkischen Landrückens ist daraus gebildet und enthält daselbst viele Höhlen mit Ueberresten von Säugethieren (Hohlenbär, Nashorn, Hyäne u. s. w.) aus der Diluvialperiode. Mitunter finden sich in der schwäbischen Alp auch Ablagerungen mit ähnlichen Thierüberresten. Im nordwestlichen Deutschland bildet sie einen Theil der Weserkette und des Teutoburger Waldes, in den Alpen einen Theil der südlichen und nördlichen Kalkalpenkette. Ferner ist sie sehr verbreitet im südlichen Frankreich, England, Dalmatien, Griechenland u. s. w.

Der plattenförmige Jurakalk von Solenhofen in Baiern wird in seinen reineren Schichten zum Steindruck verwendet und macht einen bedeutenden Handelsartikel aus. Die härteren Ablagerungen des dichteren Jurakalks dienen zum Straßen- und Pflasterbau, die reineren liefern guten Aetzkalk, die thonreicheren und dolomitischen einen magern hydraulischen Kalk, welcher unter dem Wasser erhärtet u. s. w.

Lithographischer Stein ist der plattenförmige Jurakalk oder Plattenkalk.

Muschelkalk (junger Flötzkalk), dicht, späthig, körnig oder porös, weich, rauchgrau. Er ist ein Kalkstein von muschelig splitterigem Bruch, welcher häufig durch Thonerde verunreinigt oder mergelig, bisweilen talkerdehaltig oder dolomitisch ist. Tritt er in großer Mächtigkeit auf, so läßt er sich in drei verschiedene Glieder abtheilen:

1) In den Hauptmuschelkalk, eine mächtige Masse von rauchgrauem, seltener röthlich oder gelblich grauem Kalkstein, bald mergelig, bald dolomitisch, bald sandig. In den unteren Schichten erscheinen vorzugsweise Bänke von dichterem reinerem Kalksteine, nach oben mehr dolomitisch. Als Petrefacten finden sich z. B. Reste von Reptilien, Fische, Krebse, Ammoniten &c. in manchen Schichten sehr reichlich; in anderen wenig, sind aber selten gut erhalten.

Auf dieses Glied folgt nach unten hin 2) Steinsalz oder Anhydritgebilde, welches mitunter durch Gypsflötze ersetzt ist.

Endlich folgt 3) der sogenannte Wellenkalk, ein meist dolomitischer, bald thonreicher, bald dichter Kalk, welcher unter dem Steinsalzgebilde liegt und gewöhnlich unmittelbar die oberen Schichten des bunten Sandsteins oder der ältern Formationen überlagert. Der Wellenkalk erreicht bisweilen eine Mächtigkeit von 100—200 Fuß und führt außer einem Anflug von Kupferlasur, Malachit und Bleiglanz, Blende, Feuerstein, Eisenrahm, Glimmer, Braunspath und Pechkohlentrümmer. An Versteinerungen finden sich Reste von Sauriern, Fischen, Krebsen, Ammoniten und zahlreiche Schalthiere.

Der Muschelkalk lagert zwischen buntem Sandstein und Keuper. Der Muschelkalk bildet hinsichtlich der Gebirgsform meistens flache wellenförmige Hochebenen und tief eingeschnittene Thäler mit steilen treppenförmigen Gehängen und nackten, oft schroff überhängenden Felswänden. Die sich erhebenden Gebirgskuppen neigen sich in ihrer Form meist der eines Kegels. Fast überall, wo Muschelkalkformation vorkommt, findet man die Bergrücken kegelförmig zulaufend (so z. B. bei Jena). Die oft steilen, zuweilen romantischen aber sehr sterilen Thalgehänge oder Bergrücken, wechseln mit flachen Plateaus ab, wo die Gegend dann sehr fruchtbar ist, wie z. B. an der Saale zwischen Jena und Naumburg, bei Berka und Sondershausen in Thüringen, bei Meiningen und von da an der Werra aufwärts, vielfach in Franken und Schwaben.

Die Erhebung des Muschelkalkgebirges über das Meer beträgt in Norddeutschland höchstens 1200, am oberen Schwarzwald 2200 Pariser Fuß. In seiner Verbreitung folgt er überall dem bunten Sandstein, so z. B. am südlichen Schwarzwald in beträchtlicher Ausdehnung, sich nach Basel hinüberziehend, längs des westlichen Schwarzwaldes nur in einigen sehr unbedeutenden Punkten; im Osten des Gebirges aber als zusammenhängende Decke auf dem Sandstein. In den Vogesen bildet er am westlichen Abhange beträchtliche Höhenzüge; gegen Norden nimmt er eine breitere Fläche ein. So ist z. B. die ganze Mulde

zwischen Schwarzwald, Odenwald, Harz und Thüringerwald vom Muschelkalk ausgekleidet. Im nordwestlichen Deutschland erscheint er bei Göttingen, Hörter, Detmold, Heiligenstadt, Gotha, Jena, Waldeck, Pyrmont und in einigen abgesonderten Punkten nördlich am Harz. Zwischen Oppeln und Tarnowitz in Schlesien ist er sehr verbreitet und erstreckt sich von da ins südliche Polen. In Großbritannien, Skandinavien, Spanien fehlt er ganz.

Aus dem Muschelkalk entspringen die Salzquellen von Halle, Schönebeck, Sulza, in ihm stehen die Salzquellen von Buffleben, Stotternheim, und im Ganzen werden aus dem Muschelkalk Deutschlands im Durchschnitt jährlich 2000000 Centner Salz gewonnen.

Der dichte Muschelkalk dient als Bau- und Mauerstein, die reineren Abänderungen liefern gebrannt einen vortrefflichen Aetzkalk, thonreiche dolomitische liefern hingegen einen magern Kalk.

Der Muschelkalk trägt seinen Namen von der ungemeinen Menge an Muscheln und namentlich von Enkrinitenstücken, welche in ihm abgelagert sind.

Grobkalk, ein grobkörniger meist poröser, bisweilen sandiger Meereskalk mit vielen Schalthiergehäusen, oder deren Bruchstücken untermengt. Sämmtliche Grobkalke sind durch die jetzt lebenden Gattungen verwandten Conchylien ausgezeichnet.

Kreide, ein selten reiner kohlensaurer Kalk von rein weißer ins Gelbe und Graue übergehender Farbe, erdigem Bruch, fein-körnigem bis dichtem Gefüge; meistens mit Thonerde, Kieselerde oder Eisenoxyd gemengt; soll größtentheils aus Bruchstücken der Schalen kleiner mikroskopischer Seethiere bestehen. Häufig finden sich darin in horinzontalen Schichten plattgedrückte Feuersteinnieren. Zum Schreiben ist die natürliche Kreide selten tauglich und es wird die schreibende weiße Kreide meistens künstlich dadurch hergestellt, daß man die festere Kreide pulverisirt, mit Wasser schlämmt und die reinere wieder zusammenschwemmt.

Beimengungen sind: Glaukonit, Apatit, Strahl- und Eisenkies. — Die chloritische Kreide ist ein mit Sand und grünlichen Körnern, einer Verbindung von Kieselerde, Eisenoxydul und Kali gemengter, grünlicher, erdiger Kalkstein.

Die Kreideformation ist eine Ablagerung von Kalkstein, Mergel und Sandstein. Die Kreide findet sich in ausgedehnten Lagern über dem grünen Sand an der Küste von Pommern, Dänemark, auf den Inseln der Ostsee, in Frankreich, England u. s. w. und geht bisweilen in dichten Kalkstein über.

Süßwasserkalk. Aelterer Süßwasserkalk ist ein mehr oder weniger thonreicher, bald poröser, bald dichter Kalkstein, welcher durch den Einfluß von Süßwasser- und Landconchilien, wie auch Süßwasserfischen ausgezeichnet ist. In untergeordneten Lagern finden sich Quarz-Concremente, sogenannter Mahl- oder Mühlsteinquarz, Kieselkalk und Gyps, welcher bisweilen neben Flußconchylien,

Knochen von Schildkröten einschließt und in manchen Gegenden in beträchtlichen Lagern über dem Kalk vorkommt.

Der Süßwasserkalk findet sich in Oberschwaben sehr verbreitet und erscheint am Südrande der schwäbischen Alp als die Grundlage der Tertiärformation, bei Nördlingen, Ulm, Steinheim und andern Orten.

Die festeren Abänderungen des Süßwasserkalks dienen zu Gemäuern und zu Straßenbauten.

Jüngerer Süßwasserkalk (Kalktuff, Duckstein, Tuffstein, Sauerwasserkalk, Travertine), ist ein meist poröser innen matter, rauh anzufühlender, ziemlich reiner und verschiedenartig gefärbter Kalkstein, der durch Niederschlag aus kalkhaltigen Süßwasserquellen entstanden ist, in dem man oft Ueberreste von jetzt noch lebenden Pflanzen und Thieren findet. Häufig ist er durch Eisenoxyd bräunlich gefärbt.

Der Kalktuff erreicht selten eine Mächtigkeit von 100 Fuß und zeigt bald regelmäßige Schichtung und Wechsellagerung mit Lehm und Gerölle u. s. w. Bald erscheint er stockförmig in Massen.

Die Entstehung dieses Gesteins geschieht aus kalkhaltigen Wassern oder vielmehr aus dem löslichen doppelt-kohlensauren Kalk derselben durch Abgabe von Kohlensäure, indem sich unlöslicher einfach kohlensaurer Kalk absetzt. Die Verbreitung ist ziemlich allgemein, beschränkt sich aber meistens auf die Thalgehänge der Kalkgebirge oder auf die Umgebung von kalkhaltigen Mineralquellen. Die Anwendung ist nach der Härte und Dichtigkeit des Gesteins verschieden.

Travertine ist eine ähnliche bei Rom und Tivoli vorkommende Masse, aus welcher viele Bauten des alten Roms, z. B. das Colosseum aufgeführt worden sind.

Mergel sind ein inniges Gemenge von kohlensaurem Kalk und 20 bis 30 Procent Thon; sie sind weicher als Kalkstein, haben einen erdigen Bruch, riechen beim Anhauchen thonig und werden mit Wasser bisweilen plastisch; durch Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat gefärbt und häufig ist ihnen auch Quarzsand beigemengt, wodurch sie eine rauhe Oberfläche erhalten. Gewöhnlich sind sie schieferig abgesondert und zerfallen hin und wieder durch Verwitterung in kleine Würfel. Je nach der Verschiedenheit der Beimengung unterscheidet man verschiedene Arten von Mergel, Kalkmergel, Thonmergel, Sandmergel, Stinkmergel ꝛc. (siehe hierüber specielle Mineralogie). Je nach ihrem Gefüge unterscheidet man Mergelsteine, Mergelschiefer, Mergelerde und Mergeltuffe. — Der Kalkmergel zersetzt sich leicht und wird daher zur Verbesserung des kalten thonigen Ackerbodens benutzt.

Stinkkalk (siehe specielle Mineralogie).

Rogenstein oder **Oolithenkalk.** Besteht aus Anhäufungen (Aggregraten) einer unendlichen Menge kleiner höchstens erbsengroßer Kugeln dichten Kalksteins. Diese Kugeln gehen zuweilen in walzenförmige Körner über und sind im Innern

oft schalig abgesondert, so wie durch eine meistens mergelige Masse unter einander verbunden. Bei manchem Oolithenkalk liegen die Kugeln ziemlich abgeschieden in einer etwas dunklen dichten Kalkmasse.

Der Rogensteinbildung folgen in der ganzen Oolithformation (juraischen oder Juraformation) von unten auf der Lias und über demselben ruht der Jurakalk, welcher von Kreide oder Grünsand bedeckt wird. Die ganze Formation ist ausgezeichnet durch das Auftreten von zahlreichen Ammoniten und Belemniten, welche mit der Kreideformation wieder aufhören. Ferner erscheinen hier die ersten Spuren (Zähne und Knochen) von Landsäugethieren.

Phonolith oder **Klingstein** (Porphyrschiefer, Hornschiefer). Besteht aus einer grünlichgrauen oder olivengrünen, dichten, feinkörnigen oder feinschuppigen, meistens in hellen klingenden Platten spaltbaren Grundmasse von Feldstein- und Zeolithsubstanzen mit kleinen Feldspathkrystallen, welche der Masse ein porphyrartiges Aussehen geben. Fremdartige Einmengungen sind: Augit, Magneteisen, Hornblende, Glimmer, Mesotyp, Leucit, Kalkspath, Natrolith und Feldspath. Den Bergen ist vorzugsweise die Kegelform eigen.

Der Klingstein, welcher der Atmosphäre geringeren Widerstand leistet, als der Basalt, ist eins der am meisten verbreiteten Gesteine. Er tritt auf am Hohenwiel, Mägdeberg, Hohenkrähen, Hohenstaufen, in der Röhn, im nördlichen Böhmen, in der Oberlausitz, in Ungarn, im westlichen Schottland u. s. w.

Kieselschiefer. Schieferige unreine mit Thon, Kalk, Eisenoxyd, Chlorit und Kohle gemengte, geschichtete, stark zerklüftete dichte Quarzmasse von grauer, rother, brauner oder schwarzer Farbe (durch Kohle gefärbter Hornstein); von splitterigem oder muscheligem Bruch mit feinen weißen Quarzadern durchzogen. Die schwarze Abänderung von fast ebenem Bruch ist unter dem Namen lydischer Stein bekannt und wird von den Goldschmieden als Probirstein zum Probiren des Goldes und Silbers benutzt. Der Verwitterung widersteht der Kieselschiefer hartnäckig; nach und nach wird er an der Oberfläche graugelb und erleidet eine mechanische Zersetzung. Durch Aufnahme von Thon geht er in Thonschiefer über.

Das Gestein findet sich in Lagern als Glimmerschiefer, Thonschiefer, Grauwacke; ist wenig verbreitet, z. B. im Baireuth'schen, am Harz, in Sachsen, Schlesien, Frankreich u. s. w.

Scheinbar gleichartige (nicht als Glieder oryktognostischer Gattungen zu betrachtende) Gesteine.

A. Körnige Gesteine.

Lava. Ein mehr oder weniger dunkel gefärbtes meistens körniges Gemenge von Feldspath, Augit, Magneteisen, Leucit u. s. w.; bisweilen scheinbar gleichartig und höchst feinkörnig, bisweilen mit deutlicher krystallinischer Ausscheidung der Gemengtheile, die Spuren erlittener Schmelzung meist an sich tragend.

Weitere Einmengungen sind häufig Olivin, Glimmer, Hornblende, Feldspath, Quarz, Eisenkies ꝛc. Außerdem findet man in den verschiedenen Abänderungen noch folgende Mineralien eingeschlossen: Salmiak, Kochsalz, Schwefel, Chlorkupfer, Eisenocker, schwarzen Spinell, Vesuvian, Nephelin. Die Laven sind Produkte theils verstorbener, theils noch thätiger Vulkane und ihrer feurigen Ergüsse. Man kann folgende Abänderungen unterscheiden:

1) Körnige Lava, von deutlich körnigem Gefüge;

2) Dichte Lava von feinkörnigem oder dichtem Gefüge;

3) Porphyrartige Lava, in einer dichten Grundmasse von Augit, Leucit u. s. w.

4) Verschlackte poröse Lava oder Schlacke; ist dieselbe mit Zellen und Blasenräumen versehen, welche bald leer, bald mit Mineralien gefüllt ist, so heißt sie Mandellava. Die obere Lava ist nicht sehr beträchtlich verbreitet und erscheint in der Nähe solcher Vulkane, welche deutliche Krater zeigen. Jüngere Laven finden sich in der Nähe der meistens noch thätigen Vulkane, wie z. B. Aetna, Vesuv ꝛc. Die meisten Laven verwittern leichter, als die übrigen vulkanischen Gesteine; manche dichtere Ablagerungen lassen sich jedoch als Bausteine und die porösen härteren als Mühlsteine verwenden.

B. Schieferige Gesteine.

Thonschiefer. Besteht aus verhärtetem Thon, ist aber, wie dieser, sehr verschiedener Zusammensetzung. Er erscheint als eine feste oft sehr kieselreiche gleichartige Thonmasse von ausgezeichnetem schieferigem Gefüge und vorherrschend grauer bis schwärzlicher Farbe. Die wesentlichsten Bestandtheile sind Kieselerde und Thonerde; außerdem enthält er oft Talkerde, Eisenoxyd, Kali und stets Wasser. Er widersteht den Einflüssen der Atmosphäre sehr lange und seine Verwitterungsprodukte bilden Thon. — Man unterscheidet:

1) gewöhnlichen Thonschiefer, in welchem sich Schuppen von Glimmer, Thon- und Quarzkörnchen zu einer gleichartigen Masse verbunden haben.

2) Dachschiefer oder krystallinischen Thonschiefer mit einer fast ins Unendliche gehenden Spaltbarkeit oder Schieferung, von grünlich oder bläulich grauer, selten weißlicher Farbe. Die wichtigsten Beimengungen sind: Schwefelkies, Magneteisen, Feldspath, Glimmer, Hornblende und Granit. Wahrscheinlich ist der Dachschiefer durch plutonische Einwirkung aus dem gewöhnlichen Thonschiefer entstanden. Der gewöhnliche Thonschiefer läßt sich von dem Dachschiefer indessen nur schwer unterscheiden und geht in denselben, so wie in den Grauwackenschiefer über.

3) Wetzschiefer. Ein dichter, undeutlich schieferiger, gelblich-weißer, grauer Schiefer, der durch einen bedeutenden Kieselgehalt eine gewisse Rauhheit und Schärfe erlangt. Der Thonschiefer bildet, wo er in seinen Lagerungsverhältnissen nicht gestört ist, weit ausgedehnte Ebenen und wellenförmige Hügel.

Die Felswände zeigen nicht selten treppenförmige Vorsprünge von dem verschiedenen Widerstande, die einzelne Schichten der Einwirkung der Atmosphäre entgegensetzen. Die Verbreitung ist nicht sehr beträchtlich und beschränkt sich meistens auf die Nähe der Glimmer-, Talk- und Chloritschiefer. In den Alpen, am Erzgebirge, in Böhmen, Schweden und Norwegen 2c. tritt er oft in beträchtlichen Massen auf.

Der Thonschiefer, namentlich der Dachschiefer, wird in Platten zum Belegen von Fußböden, Dächern 2c. benutzt; der Wetzschiefer dient zu Schleifsteinen.

Der Dachschiefer und Wetzschiefer gehören dem Uebergangsschiefer an. Ersterer findet sich namentlich bei Goslar und Rübeland am Harz, bei Oberwesel und Andernach am Rhein, bei Weilmünster und Steinfurt am Taunus, bei Trarbach an der Mosel, bei Marscheid und Hauk an der Saar, Fumay an der Maas, Schwarzberg und Sonnenberg am Harz, Fichtelgebirge, in den Ardennen, im Voigtländischen, Schlesien, Sachsen, Frankreich u. s. w. Der Wetzschiefer findet sich namentlich am Harz bei Zorge und Lautenthal, am Mittelrhein, an der Maas, Thüringerwald, Fichtelgebirge, Sachsen u. s. w.

Alaunschiefer. Ein viel Kohle und Schwefelkies enthaltender Thonschiefer; schwarz, oft glänzend, muschelig oder gewunden, und von vielen Reibungsflächen durchschnitten. Er verwittert leicht und beschlägt sich mit Eisenvitriol-Krystallen.

Kupferschiefer, ein bläulich- oder bräunlich-schwarzer Mergelschiefer, von erdharzhaltigen Theilen, Kupferkies, silberhaltigem Bleiglanz und andern Metallen durchdrungen; von unebenem muscheligem Bruch und ausgezeichnetem schieferigem Gefüge. Farbe und Korn ändern sich je nach dem Vorwalten der Bestandtheile. Außer den mit dem Gestein innig verbundenen Gemengtheilen finden sich darin eingesprengt: Bunt- und Rothkupfererz, gediegenes Kupfer, Fahlerz, Lasur, Malachit, gediegenes Silber, Blende, Speiskobalt, Schwefelkies, Quarz und Kalkspath. Von organischen Ueberresten finden sich vorzugsweise Fische, Ueberreste höherer Wirbelthiere, z. B. aus der Familie der Saurier, Farnkräuter 2c. darin.

Zerklüftungen und Gänge sind im Kupferschiefer nicht selten und letztere führen Erze, welche denen ähnlich sind, die oben als eingesprengte angegeben wurden. Die Gangmasse besteht meistens aus Quarz und Schwerspath; nicht selten setzen die Gänge wieder in das untenliegende Ur- und Uebergangsgebirge, so namentlich bei Biber in Hessen; immer aber stehen sie mit den Gängen des überlagernden Zechsteins in Verbindung. In untergeordneten Lagern finden sich Spatheisenstein, Sandstein und hauptsächlich Kalksteinbrocken.

Die Schichtung des Gesteins ist ausgezeichnet, die Mächtigkeit beträgt gewöhnlich 1—3 Fuß, in der Regel ist es Begleiter des Zechsteins und lagert meistens auf dem Todtliegenden. Die Anwendung des Kupferschiefers beschränkt sich auf die metallreicheren Schichten, welche wie andere Erze zu Gute gemacht

werden; manche derselben enthalten im Centner 5—10 Procent Kupfer und etwas Silber.

Schieferthon (Schieferletten). Ein schieferiger dichter oder erdiger, meistens mit Glimmer und Sand gemengter Thon, welcher durch erdharzhaltige Theile schwarz oder grau gefärbt ist und einen erdigen Bruch zeigt; bisweilen ins Blaugraue und Bräunlichrothe übergehend. Er ist manchmal reich an Glimmer und feinen Quarzkörnern, und geht in den Kohlensandstein über. Durch Zunahme des Kohlengehalts entsteht der sogenannte Brandschiefer. Fremdartige Gemengtheile sind: Kupferkies, Thoneisenstein und Sphärosiderit. Der Schieferthon zerfällt an der Luft zu einer thonigen schwärzlichen oder gelblichbraunen Erde, zeigt überall deutliche Schichtung und findet sich als gewöhnlicher Begleiter aller Stein- und Braunkohlenflötze; er ist daher eins der sichersten Anzeichen für Steinkohlenlager.

Brandschiefer. Ist ein mit Glimmer und Sand gemengter und von Kohle durchdrungener dichter erdiger Thonschiefer, auf dessen Schichtungsklüften oft Pflanzenabdrücke liegen. Dem Brandschiefer ist soviel Steinkohle beigemengt, daß er in Brand gesetzt fortbrennt; er wird meistens in Begleitung des Alaunschiefers gefunden.

Eine ebenfalls Kohle haltende Abänderung des Thonschiefers ist der Zeichenschiefer; weich, abfärbend, schwarz, erdig, matt, abfärbend, im Striche etwas glänzend, unvollkommen schieferig. Dient zum Zeichnen auf Papier und Holz.

Zu erwähnen sind der derbe gelblich-graue bis bläuliche dünnschieferige Klebschiefer von erdigem Bruch, welcher in Lagen mit Thonlagern abwechselt und der derbe weiße ins Gelbe und Graue übergehende Polirschiefer von schieferigem Gefüge und erdigem Bruch. Beide Schieferarten bestehen fast ganz aus Infusorienpanzern.

C. Porphyre.

Trachyt. Feldspathige Grundmasse von rauhem, mattem Ansehen, in welcher Krystalle von glasigem Feldspath liegen, sowie Hornblende und Talkerdeglimmer, seltener Augit und Titanit vorkommen. Die Trachyte unterscheiden sich auch durch den Mangel an Wassergehalt, ihre geringe Zersetzbarkeit durch Säuren und den Gehalt an freier ausgeschiedener Kieselerde wesentlich von andern vulkanischen Gesteinen. Man unterscheidet folgende Abänderungen:

1) Körniger Trachyt, dessen Grundmasse aus einer Verbindung einzelner Körner der feldspathigen Masse und zuweilen nur aus Körnern von glasigem Feldspath besteht. Diese Abänderung ist besonders spröde, fühlt sich von allen am rauhesten an, und besitzt den meisten Glanz.

2) Porphyrartiger Trachyt (Trapp-Porphyr). Eine feinkörnige oder dichte Trachyt-Grundmasse mit einzelnen Krystallen von glasigem Feldspath.

3) Blasiger Trachyt. Mit zahlreichen kleinen runden oder in die Länge gezogenen Blasenräumen, deren Wandungen theils verglast, theils von kleinen Krystallen verschiedener Mineralien überkleidet sind.

4) Schlackenartiger Trachyt. Mit halb verglaster schlackenartiger Grundmasse von großmuscheligem Bruch.

5) Dichter Trachyt. Mit dichter Grundmasse von splitterigem Bruch, welcher beim Anhauchen schwach thonig riecht.

6) Erdiger Trachyt. Mit erdiger, weicher, oft zerreiblicher Grundmasse, die beim Anhauchen stark thonig riecht (Domit).

Wird der glasige Feldspath oder Ryakronit durch Andesin oder Labrador vertreten, so heißt das Gestein Andesit, und man pflegt daher wohl gewöhnliche Trachyte und Andesite zu unterscheiden. Die ersteren lassen sich in quarzhaltige Trachyte oder Trachytporphyre und in quarzfreie Trachyte eintheilen. Die quarzhaltigen führen oft neben Albit und glasigem Feldspath 25—28 Proc. Quarz. Hierher gehören die von den Liparen, von Palmarola, Panza, Zanona. Die quarzfreien Trachyte sind aus 12,51 Procent zersetzbaren und 87,94 Proc. unzersetzbaren Silicaten, Albit, glasigem Feldspath, Hornblende, Magneteisen und Titaneisen zusammengesetzt. Hierher gehören die Trachyte des Siebengebirges. Die Andesite sind durch Säuren wenig zersetzbar, oft laven- und pechsteinartig. An fremdartigen Einmengungen finden sich in dem gewöhnlich graulich-weißen, aber auch nicht selten aschgrauen, röthlichen, oder bräunlichen Gestein: Hornblende, Glimmer, Quarz, Pyalit, Magneteisen, Schwefelkies. In untergeordneten Lagern oder in Ausscheidungen Obsidian, Pechstein, Perlstein, Halbopal und edler Opal; in gangartigen Trümmern: gediegenes Gold, Silbererze und Schwefelkies.

Der Trachyt geht durch Dichterwerden der Grundmasse in Basalt und Klingstein, bisweilen auch in Obsidian und Perlstein über. Er bildet meistens domartige Kuppen und Kegel oder breitschulterige Berge und Hügel. Das Gestein widersteht der Luft nur in geringem Grade. Es findet sich vorzugsweise in Ungarn und Siebenbürgen, in der Auvergne, im griechischen Archipel, auf den Liparen, Antillen ꝛc., untergeordnet am Siebengebirge und am Kaiserstuhl und östlich von Gratz am Gleichenberge.

Aphanit (dichter Grünstein oder Grünporphyr). Ein inniges Gemenge von dichtem Albit, von Feldspath oder Hornblende; liegt über Syenit und Diorit, oder wechselt mit demselben und findet sich in Ungarn, am Harz, bei Dillenburg, Frankreich u. s. w. Er bildet eine fast gleichartige graulich-grüne, oder auch graulich-schwarze Masse.

D. Dichte Gesteine.

Serpentin. Ein dunkel- oder hellgrünes gelb- oder braunes auch ins Schwärzliche übergehendes, gewöhnlich dichtes, im Bruche splitteriges Gestein

mit Körnern, von Magneteisenstein und Fasern von Asbest, zuweilen etwas thonhaltig; mitunter finden sich darin Schillerspath, Glimmer, Talk, Chlorit, Kupfer-Arsenikkies, Schwefelkies, Bleiglanz u. s. w. Der Serpentin ist gewöhnlich nicht oder unbedeutend geschichtet, dagegen zeigt er vielfache regellose Zerklüftungen und bildet bisweilen säulenförmig abgesonderte Gebirgsmassen. In Lagern enthält der Serpentin vorzugsweise Magneteisen, Chromeisenstein, körnigen Kalk, Magnesit, Gabbro. In Gängen enthält er Speckstein, Asbest, Chrysopras, Talkerdehydrat, Chalcedon, Halbopal u. s. w. Durch Aufnahme von Talk geht er zuweilen in Talkschiefer, durch Zunahme des Korns und Auftreten von Bronzit in Gabbro über. — Ein Gemenge von Serpentin und körnigem oder späthigem Kalk hat man den Namen Ophit beigelegt. Das Gestein erscheint am häufigsten in Gängen im Ur- und Uebergangsgebirge, dem Gneiß und Glimmerschiefer, seltener dem Granit eingelagert, oder mit diesen wechselt er seltener auf Thonschiefer, Uebergangskalk und Grauwacke.

Der Serpentin ist nicht sehr verbreitet; er erscheint aber, wo er verbreitet ist, in sehr beträchtlichen Massen; er bildet sehr selten Gebirgszüge, häufiger einzelne Berge zusammen, welche dicht, selten kegelförmige Kuppen zeigen. Man findet ihn am Schwarzwald dem Granit eingelagert; bei Todtmoos und Altenstein; in den Alpen; am südlichen Abhange von Wallis, in Graubünden und in der Umgebung von Genua, in Steiermark und Salzburg; in Sachsen bei Zedlitz und Hohenstein, in Schlesien bei Schweidnitz und Münsterberg, bei Hof am Fichtelgebirge, in der Oberpfalz, in Mähren, Ungarn, am nördlichen Theile der Apenninen, Griechenland, England u. s. w.

Das Gestein gehört zu den weichen, nimmt eine ziemliche Politur an und läßt sich auf der Drehbank zu Leuchtern, Mörsern, Bechern und Schreibmaterialien und dergleichen verarbeiten.

Basalt. Ein grauschwarzes inniges Gemenge von Labrador, Magneteisen und einem zeolithartigen Mineral von flach-muschelig, bisweilen splitterigem Bruch; klein und feinkornig bis dicht, meistens sehr hart. Fremdartige Beimengungen sind: vorzugsweise Olivin, Augit, Magneteisen, seltener Hornblende, Kalkspath, Feldspath, Zirkon, Eisenkies u. s. w.

Der Basalt erscheint häufig säulenförmig zerklüftet oder auch in tafelartige oder kugelförmige Massen abgesondert. Er erscheint von allen Trappgebilden am häufigsten als Ausbildungsmittel von Gängen in den Felsarten aller Formationen und ist auch am meisten verbreitet, z. B. in der Eifel, am Westerwald, in der schwäbischen Alp, am Rhön- und Vogelsgebirge, am Wester- und Habichtswalde, am Thüringerwald und Fichtelgebirge, im nördlichen Böhmen, Lausitz, in Oberschlesien und Obermähren, am Riesengebirge, England, Schottland u. s. w.

Die Basaltberge sind in der Regel kuppenförmig gebildet. Das Gestein widersteht der atmosphärischen Luft sehr lange und gehört überhaupt zu den härtesten und dichtesten Gesteinen, weshalb er ein vorzügliches Material von

Chaussee- und Straßenpflastern liefert. Ferner dient es zu Fundamenten, Säulen u. s. w.

Wacke. Ist eine gleichartig erscheinende Masse und im Wesentlichen ein gelblicher, brauner oder grauer, erdig gewordener zersetzter Basalt, auch Eisenthon genannt. Liefert herrliches Material zum Chausseebau, im schlackenartigen Zustande ausgezeichnetes Baumaterial und vortreffliche Mahlsteine.

Alaunfels. Ein sehr inniges und dichtes, bisweilen körniges Gemenge von Alaunstein und Quarz, gelblich bis graulichweiß ins Braune und Röthliche, bisweilen gefleckt; bald zellig, bald zerfressen, bald dicht, ungeschichtet; führt als Einmengungen: Thon, Eisenkies, Braunstein, Chalcedon, Quarz und Alaun.

Der Alaunfels findet sich als untergeordnetes Lager im Trachyt, Bimssteinconglomerat und ähnlichen vulkanischen Gebirgsarten in Ungarn, bei Tolfa im Kirchenstaate und in dem griechischen Archipel. Das Gestein wird zur Darstellung des Alauns benutzt.

Thon (plastischer Thon oder Töpferthon). Findet sich in mächtiger Ablagerung als erweichbare, fette grauliche Masse, welche aus etwa 50 Procent Kiesel und 25 Procent Thonerde besteht, in den Becken von Paris und London. Man unterscheidet, je nach der Farbe und Reinheit, verschiedene Arten von Thon und benutzt sie zu Töpfergeschirre, Pfeifen u. s. w. Das Thonlager von Paris enthält Strahlthiere und Polypen; der Londoner Thon enthält viele einschalige Conchylien, meistens sehr gut erhalten.

E. Glasartige Gesteine.

Pechstein. Vulkanische Gesteine, welche in manchen Gegenden in beträchtlichen Felsmassen ausgezeichnet vorkommen (siehe Mineralogie).

Obsidian. Ein dunkelgrünes und schwarzes Glas mit muscheligem Bruch aus 70 — 80 Procent Kieselerde bestehend, wird durch Körner glasigen Feldspaths zuweilen porphyrartig (siehe Mineralogie).

Bimsstein. Ein schaumiges und faseriges sehr leichtes Gestein (siehe Mineralogie).

Perlstein. Ein graues und röthliches körnig schaliges, emailartiges vulkanisches Gestein, welches vorherrschend aus Kieselerde, Thon, Kali und Natron besteht und an fremdartigen Gemengtheilen Obsidian, Opal, Feldspath, Quarz u. s. w. enthält. Zuweilen zeigen sich Uebergänge in den Perlstein, Pechstein, Obsidian und Bimsstein. Das Gestein findet sich in mannigfachen Abänderungen in den Trachytgesteinen von Ungarn und Mexiko und bildet dort ganze Gebirge.

Verglaster Schieferthon (gebrannter Thon). Ein undurchsichtig, glas- bis fettglänzender gebrannter oder halb verglaster Thon oder Thonschiefer von matter, bläulicher, gelblicher, röthlicher, brauner Farbe, auch wohl gefleckt und

gestreift. Schließt bisweilen Pflanzenüberreste ein und findet sich als Erzeugniß entzündeter Steinkohlenflötze in der Lausitz, Böhmen, Hessen und im Saarbrück'schen.

F. Schlackenartige Gesteine.

Verschlackte Lava (siehe oben Lava).

Verschlackter Basalt (siehe Basalt).

Erdschlacke. Verschlackte oder halbverschlossene Erdarten verschiedener Gattung, erdig, blasig, zellig, bald matt, bald glänzend, braun, röthlich oder schwarz mit eingemengten Bruchstücken Quarz, Feldspath, Porphyr und dergleichen. Die Erdschlacke findet sich als Erzeugniß neuerer Erd-, Stein- oder Braunkohlenbrände im Saarbrück'schen, Böhmen, Sachsen, Hessen u. s. w.

III. Trümmergesteine.

Grauwacke. Besteht aus meist abgerundeten und nur selten scharfkantigen Stücken von Quarz, Kieselschiefer, Thonschiefer, Granit, Gneiß und Porphyrbruchstücken, die durch eine oft sandige Thonmasse verbunden sind.

Das Gestein hat ein sehr verschiedenes Korn und bisweilen das Aussehen, als wenn größere Gerölle durch feinere verbunden wären. Die Farbe hängt von dem Vorherrschen dieses oder jenen Gemengtheils ab und ist gewöhnlich schwärzlich-grau, röthlich- oder bräunlich-grau; — röthlich durch Eisenoxyd. Man unterscheidet gemeine feinkörnige und schieferige Grauwacke, so wie den innig gemengten nach und nach in Thonschiefer übergehenden Grauwackenschiefer; sie heißt Grauwackensandstein, wenn sich das Korn dem mancher Sandsteine nähert, von denen sie sich nur durch die Lagerungsverhältnisse und die vielen Bestandtheile unterscheiden. Zufällige Beimengungen des Gesteins sind: Anthrazit, Bergpech, Steinmark, Kupfer- und Eisenkies, Kalk- und Braunspath ꝛc. Organische Ueberreste finden sich sehr sparsam darin, namentlich Schilf und rohrartige Pflanzenabdrücke, Blätter von Palmen, Farnkräuter, Polypen, selten Fische, aber niemals höhere Wirbelthiere. Die Schichtung der Grauwacke ist bald undeutlich, bald sehr vollkommen ausgesprochen; Zerklüftung zeigt sich allgemein. Das Grauwackengebirge ist sehr reich an Gängen und die Gangmasse besteht meistens aus Kalkspath, Schwerspath und Quarz; führt häufig Eisen-, Kupfer-, Silber-, Blei-, Spießglanz-, Braunsteinerze. Mitunter durchsetzen Porphyre und Basalte das Gestein; wie z. B. im Siegen'schen. In untergeordneten Lagern erscheint am häufigsten Kieselschiefer, Wetzschiefer, Dach- und Zeichenschiefer, Alaun- und Thonschiefer, Quarz, Quarzfels, Uebergangskalk, Mandelstein, Granit, Diorit, Bleiglanz, Kupfer und Eisenerze, Gyps ꝛc. Die Grauwacke lagert bald auf Urgebirge, auf Granit, Gneiß, Glimmerschiefer, Hornblendegestein, Porphyr, mehr aber auf Uebergangsthonschiefer, von den älteren Flötzformationen, Kohlensandstein, Todtliegendem, Uebergangskalk u. s. w. überlagert.

Die Grauwacke bildet, wo sie sich in beträchtlichen Massen findet, niedrige Kuppen und breite sanft ansteigende Berge. Gewöhnlich erscheint sie in Begleitung von Thonschiefer und Uebergangskalk am Fuße anderer höherer Berge, wie am Harz, Thüringerwald, Fichtelgebirge, am Fuße des Erzgebirges ꝛc., oder sie bildet sanft geneigte Hochebenen und hügeliges Land, wie am Taunus, Westerwald und anderen Gegenden des Mittelrheingebiets. Ueberhaupt beschränkt sich das Gestein auf das Gebiet der Uebergangsformation und findet sich außerdem in Kurhessen, in der Grafschaft Mark, im Voigtlande ꝛc. Weniger ist es in den Alpen verbreitet, aber auch am Schwarzwald, in den Karpathen, England, Schweden, Norwegen u. s. w. nachgewiesen worden. Die Grauwacke trotzt ziemlich im Allgemeinen der Witterung. Die festen und feineren Abänderungen lassen sich zu Quadern, Gesimsen und dergleichen, so wie als gemeine Mauersteine benutzen, die quarzreichen dienen zum Straßen- und Pflasterbau.

Aelterer Sandstein (älterer rother Sandstand). Ein Trümmergestein aus Bruchstücken von Ur- und Uebergangsgebirgsarten, namentlich Quarzgeröllen, Thon- und Kieselschiefern, Feldspathkörnern und Glimmerblättchen, bisweilen durch eisenhaltigen rothen Thon verbunden, bald groß-, bald mittel-, bald feinkörnig. An fremdartigen Einmengungen erscheinen Nieren oder kleine Lager von Kalkstein. Petrefacten sind gewöhnlich wenig vorhanden, hauptsächlich finden sich Fische, von Pflanzen namentlich Farnkräuter und Lepidodendronarten.

Das Gestein erscheint deutlich geschichtet und erreicht in einigen Gegenden ausgezeichnete Mächtigkeit, z. B. in England über 2000 Fuß. Sind größere Rollstücke von Quarz, Porphyr, Hornstein, Hornblendegestein und dergleichen durch ein feinkörniges, quarziges oder kalkiges Bindungsmittel verkittet, so entstehen die sogenannten Puddingssteine.

Kohlensandstein. Klein-, mittel- oder grobkörniger Sandstein, von Quarzkörnern, Feldspaththeilchen, Glimmerblättchen zusammengesetzt und durch ein schieferthonartiges oder steinmarkartiges Bindungsmittel verbunden, von graulich-weißer, schwärzlicher, ins Gelbe und Röthliche übergehender Farbe, bisweilen größere Gerölle von Quarz, Kieselschiefer, Thonschiefer und dergleichen eingemischt.

Das Gestein ist deutlich geschichtet und häufig zerklüftet, führt im Ganzen selten Gänge, welche Dolerit, Mandelstein, bisweilen Bleiglanz, Quecksilbererze, Zinkblende und Schwefelkies enthalten. Das Gestein ist gewöhnlich weich und zerreiblich und macht meistens das Liegende und Hangende des Kohlengebildes aus.

Bunter Sandstein. Fein- und grobkörniger, meist durch Eisenoxyd roth gefärbter Sandstein, welcher vorherrschend aus Quarzkörnern, Feldspath, Glimmertheilchen, die durch eisenhaltigen Thon, bald durch quarzhaltiges Bindemittel gekittet sind. Die Farbe des Gesteins ändert mannigfach ab, vom Schmutzig-braunrothen ins Fleischrothe, Weißliche, Gelbliche. Selten sind die weiß und roth gefleckten Abänderungen; mitunter erscheint er weiß mit rothen oder

bräunlichen Flecken, welche von Mangan- und Eisenoxyd herrühren; manchmal ist er von Eisenglimmer so durchdrungen, daß er eine schwarze Farbe annimmt. Von fremden Einmengungen erscheinen ferner Eisen- und Kupfererze, Schwerspath, Jaspis, Abdrücke von Zapfenträgern (Coniferen), Farnkräutern, versteinertem Holze, Knochen von Sauriern, Fußspuren mehrer Reptilien und Vögel ꝛc.

Das Gestein ist ausgezeichnet geschichtet, meistens vielfach zerklüftet, führt in Spalten und Gängen Quarz, Schwerspath, Flußspath, Gyps, Roth-, Braun- und Spatheisenstein, Grau-Braunstein, Hartmanganerz, Fahlerz, Kupferkies, Rothkupfererz, Malachit, Lasur, Kupfergrün u. s. w.

Der bunte Sandstein macht die unterste Schicht der Trias- oder Muschelkalkformation aus und ruht auf dem Zechstein; fehlt dieser, so lagert er auf Todtliegendem oder auf Porphyr oder auf älteren Flötz-, Ur- und Uebergangsgebirgsarten. Er wird von Muschelkalk überlagert und bildet Hochebenen von sanften wellenförmigen Höhenzügen; er ist in Deutschland eins der verbreitetsten Gesteinsarten, bildet den ganzen östlichen Schwarzwald, den Odenwald und Spessart, den größten Theil der Vogesen, erscheint am Thüringerwald, Fichtelgebirge, Fuße des Harzes, im Saarbrückschen, an der Haardt, England, Frankreich, Spanien u. s. w. Er liefert vortreffliche Bausteine.

Quadersandstein. Ein meist feinkörniger graulich-gelber oder weißer Sandstein aus stumpfkantigen oder abgerundeten Quarzkörnern und wenigem thonigen oder quarzigen Bindemittel zusammengesetzt. Durch Eisenoxyd roth oder braun gefärbt, ausgezeichnet deutlich geschichtet und meistens rechtwinklig zerklüftet. Frembartige Einmengungen sind: Hornstein, Quarzadern, Kalkspath, in untergeordneten Lagern Tripel, Thoneisenstein und Braunkohle, so wie eine beträchtliche Menge von Pflanzen- und Thierüberresten der frühern Zeit.

Grünsand. Ein kalkiger loser Quarzsand von grünlicher Farbe, der bisweilen in thonigen Sandmergel, bisweilen in einen festern Sandstein übergeht. Ein durch Eisenoxydhydrat verbundener grobkörniger Sandstein (Ironsandstein).

Molasse oder **Molassensandstein** (Mergelsandstein). Mehr oder minder zerreiblich, fein- oder grobkörnig, graulich, schmutzig-gelb, grünlich, röthlich oder bräunlich, aus meistens abgerundeten Quarzkörnern, Glimmerblättchen, Bruchstücken von Muscheln, Kalkkörnern ꝛc. zusammengesetzt. Bildet Uebergänge in Thon- und Kalkmergel, so wie in Kalkstein, und führt häufig Lager von Braunkohlen. An Versteinerungen finden sich namentlich darin gewundene und zweischalige Muscheln; von höhern Thieren Hayfischzähne, Ueberreste von Schildkröten, auch wohl von Hyänen und von Nashorn; von Pflanzen hauptsächlich höhere Formen der Ein- und Zweisamenlappigen, wie Palmen und dergleichen. Erze fehlen.

Nagelflue. Geschiebe verschiedener Kalksteine und Ursteingerölle mit thonigsandigem Bindemittel, bald fest, bald hart, bald weich und verwitternd. Die Nagelflue im Gebiete der Alpen schließt hauptsächlich Granit, Gneiß, Porphyr,

Syenit, Serpentin, Diorit, Kieselschiefer, Feuerstein und die verschiedenen Kalksteine der Alpen ein. In untergeordneten Lagern findet sich Mergel von verschiedener Art und Sandstein. Versteinerungen finden sich gewöhnlich selten.

Knochen-Trümmergestein. Knochen und Bruchstücke verschiedener Kalksteine in thonigem, kalkigem, meistens in eisenhaltigem Teig. Die Knochentrümmer sind meistens scharfkantig, seltener abgerundet, bisweilen finden sich Schalthierüberreste und Trümmer anderer Gebirgsarten. Das Vorkommen ist auf die Küstengegenden des mittelländischen Meeres beschränkt. Charakteristisch sind besonders die zahlreichen Zähne kleiner Nagethiere, aber es kommen auch größere Fleischfresser, Löwen, Tiger und dergleichen vor, ferner finden sich auch Vögel, Schildkröten, Land- und Sumpfschnecken.

Tapanhoacanga (Eisensteinconglomerat). Besteht aus eckigen Bruchstücken von Eisenglanz, Eisenglimmerschiefer, Braun-Eisenocker. Findet sich in Begleitung des Eisenglimmerschiefer in Brasilien.

Trachyt-Trümmergestein. Besteht aus Bruchstücken von Trachyt und ähnlichen Gesteinen, die durch ein feinkörniges Bindemittel vereinigt worden sind. Im Allgemeinen ist das Gestein licht-grau ins Grauliche, gelblich und braun, ziemlich weich und zerreiblich. Dient in manchen Gegenden als Backofenstein.

Bimssteinbreccie. Gerundete oder eckige Bruchstücke von Bimsstein, durch ein Bimssteincement verbunden, bisweilen mit Trümmern von Trachyt, Obsidian, Lava und Perlstein rc. gemengt. Als fremdartige Einschlüsse finden sich hauptsächlich Opal, verkohltes Holz und andere Ueberreste von Pflanzen, mitunter auch Meeresmuscheln. Es sollen sich viele Kieselpanzer fossiler Infusorien darin finden.

Traß. Erdiger, matter, grauer oder schmutzig-gelber ins Bräunliche übergehender zerreiblicher vulkanischer Tuff, welcher im Wesentlichen aus Bimsstein und Trachytsteinen besteht. Liefert einen vorzüglichen hydraulischen Mörtel.

Posiliptuff. Eine gelblich-weiße oder gelblich-graue, erdige, sehr weiche Grundmasse, welche kleine Stückchen von schwarzer poröser Lava und Bimsstein einschließt. Findet sich zwischen Puzzuoli und Neapel verbreitet.

Piperno. Eine weiche erdige, meistens aschgraue Grundmasse, mit Körnern und Bruchstücken von Basalt, Lava, Dolomit, Kalkstein, Augit rc. Das Gestein unterscheidet sich von den übrigen Tuffarten durch sein buntes und frisches Aussehen, so wie durch die scharfen Kanten seiner Gemengtheile. Es findet sich am See Albano und den Umgebungen Roms.

Traptuff. Abgerundete und eckige Stücke von Basalt, Ur-, Uebergangs- und Flötzgebirgsarten aller Art, welche durch ein kalkiges oder thoniges, mitunter eisenhaltiges Bindemittel verbunden sind. Die Farbe wechselt vom Schwärzlichgrauen und Dunkel-Grünlichgrauen ins Röthlichgraue. Fremde Einmengungen sind: Augit, Olivin, Glimmer, Hornblende, Magneteisen; außerdem verschiedene vulkanische Gebirgsarten.

Leucit-Trümmergestein. Ein krystallinisch-körniges Gemenge von Augit und Leucit, mitunter von eingesprengten Körnern von Magneteisenstein. Findet sich in dichten, schlackigen, lavaartigen Abänderungen in beträchtlichen Massen, in den Umgebungen von Rom und läßt sich zum Straßenbau verwenden.

IV. Lose Gesteine.

Gerölle. Abgerundete Bruchstücke von Felsarten aller Art, bisweilen durch ein sandiges, thoniges oder kalkiges Bindemittel locker verbunden. Erscheint mitunter in Blöcken und Geschieben. Besonders interessant ist das Auftreten kolossaler Felsblöcke, welche in den verschiedensten Gegenden beobachtet und mit dem Namen „erratische Blöcke" bezeichnet worden sind, da man sie in großer Entfernung von ihrem natürlichen Fundorte aufgefunden hat, wovon man als Ursache große Ueberschwemmungen annimmt.

Grus. Besteht aus lose zusammenliegenden Gemengtheilen irgend eines Gesteins. So giebt es z. B. Granitgrus, Kalkgrus u. s. w.

Sand. Ein lockeres Gemenge von mehr oder weniger feinen Quarzkörnern, Feldspath-, Thon- und Glimmertheilchen sehr verschieden an Farbe und Korn, mit vorherrschenden Quarzkörnern; mitunter ganz rein (Quarzsand, Silbersand); bald ist derselbe mit Kalk-, Thon-, Mergel-, Eisentheilchen und Muscheltrümmern, auch mit größern Rollstücken älterer Gebirgsarten verunreinigt. Der Sand ist wie das übrige Schwemmland aus der Verwitterung verschiedener Sandsteine und älterer quarzführender Gebirgsarten entstanden. Von fremden Mineralien finden sich darin, so wie auch im Thon und Gerölle: Platin, Gold, Zinnstein, Magneteisen, Chromeisen, Diamanten, Edelsteine aller Art, Bernstein ꝛc. An den Küsten bildet er die sogenannten Dünen, welche in manchen Gegenden zu beträchtlichen Höhen sich erheben und lang ausgedehnte Hügelreihen bilden.

Der durch Eisenoxydhydrat verkittete Sandstein bildet Eisensandstein.

Walkererde. Ein mehr oder weniger kalkiger Thon mit untergeordneten Lagern von Walkererde.

Löß. Mehr oder weniger sandiger oder thoniger Mergel, aus losen oder zerreiblichen oder festen Theilchen bestehend, von erdigem Bruch; schwärzlich oder gelblich-grau mit Kugeln und Nieren von verhärtetem Mergel; schließt Land- und Süßwassermuscheln ein, ferner Landschnecken, Sumpfschnecken u. s. w.; ist vorzugsweise im Rhein-, Maas- und untern Neckarthale verbreitet und schließt an vielen Orten vorweltliche Knochenüberreste ein.

Lehm oder **Leimen.** Ein mehr oder weniger sandiger, durch Eisenoxydhydrat schmutzig oder röthlich-gelb gefärbter, zerreiblicher Thon, welcher im Wasser erweicht und damit eine dehnbare Masse bildet, aber sich im Feuer hart brennt. An fremdartigen Substanzen enthält der Lehm: Bernstein, Sand-, Thonschiefer ꝛc. und

verschiedene Säugethierüberreste, wie z. B. von Mammuth, Pferd, Höhlenbär, Nashorn &c. Der Lehm hat eine sehr große Verbreitung und erreicht in manchen Gegenden eine Mächtigkeit von 30 bis 100 Fuß.

Lapilli. Lockere, zellige, schmutzig-gelbe oder braungefärbte Laventrümmer von der Größe einer Bohne bis zu der eines Hühnerei's und darüber.

Vulkanischer Sand. Kleine schwarze, schwere, glänzende, sandartige Schlacken und Lavenkörner, mitunter mit Leucit-Augitkrystallen, Glimmerblättchen u. s. w. gemengt.

Vulkanische Asche. Ein graulicher, feiner, eisenhaltiger, im Dunkeln phosphorescirender Lavenstaub.

Diese drei Trümmerarten bezeichnet man gewöhnlich mit dem Namen: vulkanischer Grus, welcher in den Umgebungen des Aetna und Vesuvs, so wie anderer Vulkane sehr verbreitet ist.

Kohlen.

Die in der speciellen Mineralogie geschilderten Kohlen sind ebenfalls als Felsarten zu betrachten, da sie oft bedeutende Massen zusammensetzen. Besonders bemerkenswerth ist das Steinkohlengebirge, dessen Verbreitung bereits in der Mineralogie erwähnt worden ist. Die Mächtigkeit der Steinkohlenschichten wechselt von $^1/_2$ Zoll bis auf 45 Fuß, beträgt am gewöhnlichsten 1—3 Fuß. Hinsichtlich der Form des Gebirges nähert sich dieselbe in ihrem Aeußeren am meisten dem Schiefergebirge, indem sie gewöhnlich Ebenen oder sanft gerundete Höhenzüge bildet. In England, Belgien und im Rheingebiete erscheint sie in muldenförmigen Vertiefungen in der Nähe wenig erhabener Ur- und Uebergangsgebirge.

Anhang

zur Erläuterung der wechselseitigen Verhältnisse der Gebirgsarten.

Die hier gegebene kurze Beschreibung der einzelnen Gesteinsarten hat Ausdrücke nothwendig gemacht, welche den verschiedenen gegenseitigen Verhältnissen der Gebirgsarten beigelegt worden sind, ohne daß eine Erklärung derselben vorausgegangen ist. Es ist daher nothwendig, daß zum genaueren Verständniß der angewandten Ausdrücke oder der benutzten Terminologie einige Erläuterungen gegeben werden, welche die Schichtung und Lagerungsverhältnisse speciell bezeichnen. Sollten diese allgemeinen Verhältnisse eigentlich auch vorausgehen, so werden sie nach der Beschreibung der Gebirgsarten jedenfalls klarer und verständlicher sein. — Was in der Botanik zum Verständniß der wichtigsten botanischen Ausdrücke durch bildliche Darstellung gegeben wurde, soll für die geognostische Terminologie durch Worte erläutert werden.

Zeigen sich die Gesteine, wie es vielfach der Fall ist, durch gewöhnlich gleichlaufende Lagen getheilt, so nennt man diese Lagen eine Schichtung,

die einzelnen Lagen: Schichten, die Gesteine selbst geschichtete, welche sämmtlich Niederschläge aus Wasser sind, weshalb sie auch neptunische genannt werden. Ist die Ablagerung bei gehöriger Ruhe erfolgt, so müssen die Schichten sich in wagerechter horizontaler Lage, den Gesetzen der Schwere gemäß, abgesetzt haben, aber viele Schichten finden sich keineswegs in wagerechter Lage, sondern in Winkeln gegen den Horizont geneigt, d. h. sie fallen ein. Zu den geschichteten Gesteinen gehören vorzugsweise die Glieder des Flötzgebirges, so wie die schieferigen Felsarten des Urgebirges. Diejenigen parallelen Flächen, welche die Schichten von oben bis unten begrenzen, heißen Schichtflächen, während die seitlichen Kluftflächen genannt werden. Der Höhendurchmesser derselben heißt Mächtigkeit; beträchtlich dichte Schichten heißen Bänke. Liegen mehrere Schichten übereinander, so heißt die untere das Liegende, die obere das Hangende. Bei den schieferigen Gesteinen verlaufen die Schichtflächen mit Schieferflächen gewöhnlich parallel, mitunter sind aber Letztere auch mannichfaltig verbogen, verworren, wellenförmig u. s. w., ohne daß die Schichtflächen sich daran betheiligen.

Die Neigung der Schichten gegen den Horizont nennt man das Fallen derselben, die Erhebung das Steigen. Schichten, welche horizontal liegen, nennt man söhlig, welche unter 15⁰ fallen, schwebend, zwischen 15 und 30⁰ flach und tonnlägig, zwischen 30 und 75⁰ stark einschießend, zwischen 75 und 90⁰ fast oder völlig saiger oder auf dem Kopfe stehend. Die Länge der Schichtung heißt ihr Streichen. Die nicht geschichteten Steine nennt man plutonische, sie treten in unregelmäßigen massigen Partien auf, die oft in dünne, tafelartige, horizontalliegende Platten getheilt sind, welche schichtenartig auf einander ruhen, eine Erscheinung, welche man als tafelartige oder plattenformige Absonderung bezeichnet. Unter Absonderung der Gebirgsart versteht man überhaupt die Art und Weise, wie gleichartige Felsmassen in den Gebirgen sich an einander reihen, und die einzelnen Stücke von einander getrennt sind. Sie zeigt sich bald als eine regelmäßige, bald als eine regellose und man unterscheidet daher in dieser Beziehung quadratische, plattenförmige, rhomboidale, säulenförmige, pyramidale, kugelförmige, massige oder unregelmäßige Absonderung.

Mit der Absonderung steht in innigster Verbindung die Zerklüftung, worunter man die Risse und Spalten versteht, welche in den verschiedensten Richtungen die Felsmassen durchziehen und nicht selten die der abstehenden Absonderungen bedingen. Die Flächen, welche solche Spalten und Klüfte begrenzen, sind die erwähnten Klüfteflächen. Die Schichten der neptunischen Gebilde ruhen gewöhnlich in den verschiedensten Gegenden in bestimmter Altersfolge auf einander, wie sie nach und nach von den Wassern abgesetzt wurden. Es liegen daher zahlreiche Schichten der mannichfachsten Gesteine über einander, denen ein gleiches Fallen und Steigen eigen ist. Eine solche Erscheinung nennt man gleich-

förmige Lagerung, im entgegengesetzten Falle ungleichförmige. — Mit dem Ausdruck „Lager" überhaupt bezeichnet man fremdartige in die Breite ausgedehnte Massen von Mineralkörpern, welche in größerer oder geringerer Ausdehnung in älteren Gebirgen gleichsam untergeordnet vorkommen. Die Lager des Flötzgebirges nennt man auch Flötze, die des angeschwemmten Landes Bänke. Lager von sehr beträchtlicher Mächtigkeit und Ausdehnung nennt man Stückgebirge. Lager, welche vorzugsweise Erz führen, heißen Erzlager. Lager von beträchtlicher Höhe und geringerer Breiteausdehnung nennt man Stöcke, und wenn sie zugleich eine bedeutende Längenausdehnung besitzen, liegende Stöcke. Lager von sehr geringer Mächtigkeit und geringem Umfang nennt man Nester.

Mit dem Ausdruck „Gänge" bezeichnet man diejenigen ganz oder theilweise mit wenigen Mineralkörpern erfüllten Räume, welche mit den Schichten in verschiedener Richtung die Felsmassen durchziehen und daher unabhängig von Structur- und Schichtungsverhältnissen des Gesteins gleichsam ihren eigenen Weg durch dasselbe verfolgen. Gebirge, welche viele, namentlich erzführende Gänge mit sich führen, nennt man Ganggebirge. Die Richtung gegen die Mittagslinie, welcher sie ihrer Längenausdehnung nach einander folgen, heißt das Streichen und Fallen der Schichten oder die Neigung des Ganges. Die Gesteine, welche den Gang erfüllen, nennt man Gangmasse oder Gangart. Die Gänge, welche Erz einschließen, gute, edle oder erzführende Gänge, wenn diese fehlen, taube Gänge. Das Gestein, auf welchem die Gangart ruht, heißt die Sohle oder das Liegende, die Decke desselben das Dach. Das Gestein, welches die Seiten des Ganges begrenzt, heißt das Nebengestein. Die Höhenausdehnung heißt bei den Gängen wie bei den Schichten Mächtigkeit.

Zertheilt sich ein Gang in mehrere kleine Gänge und nehmen die Gänge allmälig ab, so sagt man, sie keilen sich aus. Bilden viele Gänge ein unregelmäßig verflochtenes Netzwerk, so heißen sie Stockwerks- oder auch Netzgänge. Schneidet ein Gang den andern in einem bestimmten Winkel, so sagt man, die Gänge kreuzen oder durchsetzen sich. Trifft man den durchkreuzten Gang jenseits der Kreuzung etwas verwirrt oder gleichsam verschoben, so daß er sich zwar in seiner frühern Richtung, aber nicht in derselben Linie fortsetzt, so nennt man diese Erscheinung das Verwerfen.

Petrefactenkunde oder Paläontologie.

Nicht allein die Schichtung giebt einen Unterschied zwischen plutonischen und neptunischen Gesteinen, sondern die letzteren zeichnen sich noch durch eine besondere Eigenschaft aus, nämlich dadurch, daß sie Versteinerungen oder Petrefacten d. h. zu Stein umgewandelte Reste aus der Thier- und Pflanzenwelt führt, wenn diese auch, wie in der Petrographie erwähnt, zum Theil zerstört sind. Kohlensaurer Kalk und Quarz sind am häufigsten die Versteinerungsmittel, deren sich die Natur bediente; so ist zum Beispiel der Feuerstein das Verkieselungsmittel thierischer Reste in der Kreide, während man nicht selten zu Hornstein umgewandelte Pflanzentheile, sogenannte Holzsteine trifft. Nur selten kommen gemeiner Opal, Barytspath, Cölestin, Gyps, Talk, Flußpath, Meerschaum und Schwefel als Versteinerungsmaterial vor. Aber auch Eisenkies, Braun- und Thoneisenstein, Kupferglanz, seltener andere Erze, dienen, wenn auch im Ganzen nicht häufig, als Vererzungsmittel organischer Substanzen, namentlich Pflanzentheile. Stets beweist das Vorhandensein von Petrefacten einen jüngern Ursprung des Gesteins und die Verbreitung der Petrefacten steht in dem genauesten Zusammenhange mit der Geschichte der Erdrinde, oder mit den Veränderungen, welche die Oberfläche in den verschiedenen Perioden erlitten hat und ist daher für Geognosie und Geologie von Wichtigkeit. Deshalb soll wenigstens ein kurzer Ueberblick der nicht unbeträchtlichen Zahl der versteinert vorkommenden organischen Ueberreste gegeben werden.

I. Petrefacten oder Versteinerungen aus dem Thierreiche.

Wirbelthiere.

I. Classe. Säugethiere.

Fossile Affen, Beutel- und Nagethiere gehören zu den seltenern Erscheinungen, dagegen haben sich zahlreiche Gebeine der fleischfressenden eigentlichen Raubthiere (Carnivora) in den Tertiärbildungen vorgefunden. Selten glückte es, ganze Skelette aufzufinden, häufiger einzelne Theile, die länger auszudauern vermochten, wie Schädel, Zähne 2c.

Als wichtige Raubthiere sind Bär und Hyäne zu nennen, welche sich in den Tertiär- und Diluvial-Gebilden vorzugsweise in Geröllen, im Löß, in Höhlen, der Höhlenbär (Ursus spelaeus), Höhlenhyäne (Hyaena spelaea), in der Sundwiger Tropfsteinhöhle bei Iserlohn sind z. B. in überwiegender Menge Bärenknochen gefunden worden, welche den Species Ursus spelaeus, Ursus priscus und Ursus atrides angehörten. Eine sehr wichtige Rolle spielen in der fossilen Welt der Säugethiere die Dickhäuter z. B. das Dinotherium giganteum, ein großes Säugethier, wenigstens 18 Fuß lang, mit 2 nach unten gekrümmten

Stoßzähnen im Unterkiefer, welches bei Eppelsheim in Hessen, Feldsberg in Oesterreich, Fürth in Baiern, in Frankreich und Nordamerika, so wie an andern Orten gefunden worden, hat Aehnlichkeit mit dem Tapir und dem Elephanten, mag aber nach der Weise des Tapirs gewohnt haben. Mastodon giganteum, amerikanisches Mammuth, findet sich am häufigsten im Ohiofluß, war 19—20 Fuß lang. M. longirostris, langrüsseliger Zitzenzahn, bei Eppelsheim in Rheinpreußen und in Tertiärschichten Frankreichs. M. maximum, Elephas primigenius oder Mammuth mit 10—15 Fuß langen, am Wurzelende bis 1 Fuß, oft 420 Pfund schweren Stoßzähnen mit schwach spiralförmiger Biegung findet sich nicht selten fossil; namentlich in Nordasien sollen Stoßzähne fast unverletzt gefunden werden. Ein 78 Pfd. schwerer Stoßzahn findet sich z. B. in dem Universitäts-Museum in Halle.

Der Tapir findet sich in verschiedenen Arten fossil z. B. der Urtapir, Tapirus priscus, bei Eppelsheim. Dem Tapir ähnliche Gattungen sind z. B. das Anoplotherium mit drei Arten, mit ununterbrochen fortlaufenden Zahnreihen, zwei Zehen, getrennt bleibendem Mittelfußknochen und dickem langem Schwanze. Ferner das Altthier, Palaeotherium, mit 16 Arten, das Lophiodon mit 15 Arten. Das Microtherium, Nashorn, Acerotherium (Rhinoceros incisivus) mit Schneidezähnen und ohne Horn, bei Mainz. Rh. tichorhinus, das am meisten verbreitete fossile Nashorn, dem afrikanischen ähnlich, aber größer, ohne Schneidezähne mit zwei Hörnern, am meisten Deutschland, Frankreich, Italien u. s. w. Das Kohlenthier, Anthracotherium, mit 6 Arten, dem Nilpferd verwandt, theils dem Schweine, theils dem Nashorn ähnlich. England, Frankreich, Elsaß, sämmtlich in der Braunkohlenformation. Nilpferd, Hippopotamus major, dem jetzigen Nilpferd sehr ähnlich, im Diluvialboden sehr verbreitet oder in einem großen Theil von Europa verbreitet, H. minutus ebenfalls.

Zweihufer (Wiederkäuer, Ruminantia).

Die Wiederkäuer der Vorzeit treten zahlreich und verbreitet in der mittleren Tertiärzeit nach den Dickhäutern auf. Besonders hat man Ueberreste von riesenmäßigen Hirschen und Ochsen gefunden.

Kameelartige z. B. **Merycotherium sibiricum.** Die Backenzähne denen des Kameels ähnlich. Im Diluvialboden Sibiriens.

Moschusartige, Reste eines Moschus in Bengalen und bei Zürich. — Dremotherium nanum mit Moschus verwandt. Im Süßwasserkalke der Auvergne.

Hirscharten. Von der Gattung Cervus. Gegen 30 fossile Arten z. B. Riesenhirsch, Cervus megaceros, mit riesenschaufelförmigem Geweihe. Im Diluvialmergel und Torf, oder einer auf Thon ruhenden und mit Torf bedeckten Mergelschicht; in Irland, ferner auf der Insel Mau, in Frankreich, Italien, Deutschland. In Dublin hat man ein vollständiges Skelet des Riesenhirsches

aufgestellt, welches ergiebt, daß die Länge des Thieres von der Nase bis zu den Schwanzwirbeln 11 Fuß 9 Zoll (englisch), die Höhe in der Mitte des Rückens $6^1/_2$ Fuß beträgt. Die Enden der Geweihe stehen 9 Fuß von einander. Ferner sind zu erwähnen C. Elaphus fossilis im Diluvialboden bei Köln, Aachen, Gräfentonna im Gothaischen, in Frankreich, England, Schweden u. s. w.

C. Dama in der Knochenbreccie bei Gibraltar. C. alces, Elenn, im Clev'schen, in der Oberlausitz, in Schonen 2c.

Ochsenartige. Bos primigenius oder Diluvialstier findet sich vorzüglich in Torfmooren z. B. in Würtemberg, Thüringen, Hannover, Frankreich 2c., ist mit unserem Rindstier so nahe verwandt, daß er von mehreren Naturforschern für die Stammrace desselben gehalten wurde. Es ist nächst dem Riesenhirsche und Mammuth das am spätesten ausgestorbene Säugethier. Man zählt 11 fossile Stierarten z. B. außer den genannten B. pricus, B. Pallasii den Riesenbüffel, unter allen fossilen Ochsenarten am häufigsten im Diluvium Europas, Asiens und Amerikas, den lithauischen Auerochsen, war dem amerikanischen Bisam am ähnlichsten. Ferner B. trochoceros bei Siena.

Ferner finden sich antilopenartige, schafartige Ueberreste, z. B. in der Knochenbreccie bei Nizza in der Gailenreuther Höhle.

Einhufer (Solidungula).

Equus adamiticus, größer als das jetzige Pferd, bei Nizza, Palermo, Canstatt 2c.

Hippotherium, eine Untergattung des Pferdes mit 2 Arten, im Sande bei Eppelsheim.

Zahnlose Säugethiere.

Schuppenthiere. Meanis gigantea, im Diluvialsande bei Eppelsheim. Stücke eines Panzers von einem riesenmäßigen Gürtelthiere, Dasypus in Brasilien.

Faulthiere. Megalonyx laqueatus, 8 Fuß lang, 3 Fuß hoch, im Diluvium Amerikas.

Megatherium australe (Bradypus giganteus) oder Riesenfaulthier, dem Faulthier ähnlich, aber mit einer schuppig knöchernen Bedeckung, wie die des Gürtelthiers, 12 Fuß lang, 6 Fuß hoch, in Südamerika.

II. Classe. Vögel.

So zahlreich unsere jetzige Schöpfung an diesen Thieren auch ist, so sparsam treten dieselben in dem fossilen Reiche auf. Die älteren Schichten, in denen man Gebeine von Vögeln entdeckte, gehören der Kreidegruppe an. Einige Geierarten bei Magdeburg, unbestimmte Arten von Corvus, in der Kirkdaler Höhle und in der Knochenbreccie Sardiniens. Eine Art Lerche ebendaselbst, Taube, Feldhuhn, Wasserhuhn (in der Braunkohle bei Kalten-Nordheim), Schnepfen in der Kirkdaler Höhle, eine Art Scharbe bei Paris u. s. w.

Besonders erwähnenswerth ist eine ausgestorbene Gattung riesiger Vögelgeschlechter der Dinornis oder Riesenvogel. Hiervon sind Knochenüberreste im Jahre 1844 aus Neuseeland nach London gebracht worden, die dafür sprechen, daß die Gattung dieser Laufvögel mindestens 10 bis 12 Fuß hoch gewesen ist.

Eine andere Gattung ausgestorbener Vögel sind die Dronten (Inepti) von plumpem Körperbau, welche wegen ihrer mehrseitigen Verwandtschaft bald zu den Straußen, bald zu den Hühnern, bald zu den Fettgänsen, bald zu den Geiern und sogar zu den Tauben gezählt werden.

Didus ineptus, Dronte oder Dudu, grau, mit gelben und grünen Schwanzfedern, lebte auf Madagascar und St. Mauritius, war 25 Pfund schwer und 30 Zoll hoch, war also höher als ein Schwan.

III. Classe. **Reptilien.**

Unter diesen sind die Eidechsen besonders beachtenswerth, die sich von denen der Jetztzeit durch eine außerordentliche Größe unterscheiden, denn manche erreichten 30—50 Fuß Länge.

Weniger wichtig sind die Schlangen, aber häufiger erscheinen die Krokodile in der fossilen Fauna, welche sich meistens ebenfalls durch riesige Formen auszeichneten. Die Eidechsen treten schon im Zechstein auf und erreichten ihre Hauptentwickelung in der Trias und Juragruppe. Die Krokodile zeigen sich von der Trias an in allen Formationen. Die Flugeidechsen oder sogenannten Ornithosaurier, höchst räthselhafte Geschöpfe, finden sich hauptsächlich im Jura; die Schildkröten gehören namentlich den Jura- und Tertiärschichten an. Besonders auffallende Formen sind:

1) die Labyrinthodonten oder Wickelzähner, welche in ihrer äußern Form unsern Eidechsen ähnlich waren, aber eine plumpere Fußbildung hatten und besonders im Knochenbau des Kopfes ein Gemisch von Eidechsen-, Frosch- und Fischbildung zeigten. — Von den 26 bekannten Arten gehören 6 der Kohlen- und 20 der Triasperiode an; 2) die Seedrachen, welche gleichzeitig mit den vorigen lebten. Die wichtigste Gattung derselben ist die Plesiosaurus, welche mit einem Eidechsenkopfe, Krokodilzähnen, mit langem Halse, Säugethierrumpf und Wallfisch-Schwimmfüße verbindet; 3) Fischeidechsen (Ichthyosauri) mit 4 krallenlosen, gesonderten Flossen oder Ruderfüßen; 4) Flug- oder Vogel-Eidechsen (Pterodactyli), vorweltliche Eidechsen, mit Fittigen, welche wie bei unsern Fledermäusen ausgespannt waren, aber nur vom kleinen Finger an. Besonders bemerkenswerth ist die dickschnäblige Vogeleidechse (Pterodactylus crassirostris) aus dem lithographischen Schiefer von Sohlenhofen.

Crocodilus biporcatus in Tertiärschichten. Eine Art von Alligator bei Vicenza. Gnathosaurus subolatus im Sohlenhofer Kalkschiefer, und mehrere andere krokodilartige Schlangen sind, wie erwähnt, von untergeordneter Wichtig-

keit. Einzelne Wirbel von Schlangen sollen in der Nähe von Paris aufgefunden worden sein.

IV. Classe. **Lurche.**

Frösche, Kröten und derartige Thiere sind in paläontologischer Hinsicht von keiner großen Bedeutung; sie tauchen erst in der Tertiärgruppe auf.

V. Classe. **Fische.**

Die Zahl der aufgefundenen fossilen Fischarten ist sehr beträchtlich. Gut erhaltene Fischreste sind jedoch keine häufige Erscheinungen, gewöhnlich findet man nur einzelne Theile: Gräten, Flossen ꝛc. Nach Agassiz werden die fossilen Fische der äußern Bedeckung in 40 Ordnungen getheilt: 1) Placoiden, größtentheils Knorpelfische mit unregelmäßiger Schmelzschuppenbedeckung; die Schuppen theils groß, theils nur erhabene Punkte bildend. 2) Ganoiden, theils Knorpel- theils Knochenfische, mit eckigen Stachelschuppen, die mit einer tinteschimmernden Schuppe überzogen sind. 3) Kteoiden, Knochenfische mit am Rande ausgezackten Schuppen ohne Schmelz. 4) Cycloiden, Knochenfische mit ganzrandigen Schuppen ohne Schmelz.

Fische wurden in allen Formationen nachgewiesen; ihre Hauptentwickelung erreichten dieselben in der Jura- und Tertiärgruppe. Im Allgemeinen kann man annehmen, daß die Fische in den Tertiärbildungen denen der Jetztzeit weit näher stehen, als die der älteren Formationen.

Gliederthiere.

Dieser Kreis, welcher in der jetzigen Thierwelt sehr stark vertreten ist, ist in der fossilen Welt von geringerer Bedeutung. Insekten finden sich selten in ältern Formationen, häufiger in Schichten der Jura- und Tertiärgruppe. Die Insektenreste gehören hauptsächlich der Süßwasserbildung, so wie dem Bernstein an. Spinnen sind von sehr geringer Bedeutung, dahingegen spielen die krebsartigen Thiere eine bedeutendere Rolle in verschiedenen Formationen, zur Mehrzahl in der Jura-, Kreide- und Tertiärformation; wenige im bunten Sandstein und Muschelkalk. Die Anneliden sind in geologischer Beziehung nicht von Gewicht, sie sind ausschließlich Wasser- meistens Meeresbewohner.

Weichthiere. Mollusken.

Die Verbreitung derselben ist in alten Gesteinen außerordentlich. In allen neptunischen Gebirgsformationen, und zwar schon in den ältesten ihrer Schichten treffen wir wohlerhaltene Schalen von Weichthieren an. Jedoch treten die Glieder dieser Classe mit einem der jetzigen Welt fremdartigen Charakter auf.

Unter den Cephalopoden oder Kopffüßlern sind besonders die sepienartiger

Thiere zu erwähnen, wozu auch die Belemniten (Donnerkeile) gehören, welche man nur im fossilen Zustande und zwar aus sämmtlichen Flötzkalkformationen kennt. Die Belemniten bestehen aus einer geraden, kegelförmigen, cylindrischen, faserig-kalkigen Scheide, am dünnern Ende mit übereinander gelegten konischen Schalen, am dickern bis eine gegen die Mitte sich erstreckende kegelförmige Vertiefung, worin ein in Querfächer getheilter kegelförmiger Kern liegt. Es sind über 100 Belemnitenarten bekannt, wovon die meisten dem Liasschiefer angehören, z. B. Belemnites Aalensis, die größte Art bis 21 Zoll lang, im Eisenoolith bei Aalen, B. giganteus im Jurakalk bei Ansbach, in Würtemberg, England. B. digitalis clavatus und semihastatus im Lias sehr verbreitet, in Frankreich, Würtemberg, Franken 2c.

Das größte fossile sepienartige Thier ist Leptothecetis gigas aus dem Sohlenhofer Kalkschiefer.

Argonautenartige Kopffüßler mit gewundener einkammeriger Schale, z. B. Bellerophon mit 15 Arten in der Grauwacke und im Uebergangskalke.

Ammonitenartige Kopffüßler mit spiralförmig gewundener Schale. Ammonites, Ammonshörner, sind nur im fossilen Zustande bekannt und zwar in der Lias-, Jura- und Kreideformation, über 200 Arten, wovon ungefähr 50 auf die Kreide kommen. Die meisten Arten finden sich in Würtemberg, Franken, Hannover, in der Schweiz und in England. Rhizopoden bilden in älteren Tertiärschichten ganze Bänke und die weiße Kreide besteht fast gänzlich daraus. Die Armfüßler sind in geologischer Hinsicht wichtig, namentlich in den älteren Formationen mit zahlreichen Arten entwickelt.

Die Bauchfüßler sind in allen Formationen verbreitet und die Kopflosen kommen in Schichten verschiedenen Alters vor.

Strahlthiere.

Hierher gehören die wichtigen Korallenthiere, deren kalkige Ausscheidungen sich zu ungeheuren Korallen und Riffen aufhäufen, die eine Länge von vielen hundert Meilen erreichen. Nicht minder wichtig sind die Infusorien oder Aufgußthierchen, da die Schalen derselben in jüngeren Formationen ganze Steinschichten bilden.

II. Das fossile Pflanzenreich.

Die Zahl der bis jetzt bekannt gewordenen fossilen Pflanzen beträgt 2000 Arten.

Unter den Nacktsamenlappigen sind die Algen für die ältesten Versteinerungen führenden Schichten charakteristisch. Die Schachtelhalm bildenden in den Steinkohlengruben erreichen ihre Hauptentwickelung in der Keuperformation. Die Bärlappartigen erscheinen als baumartige große Gewächse, wie sie nur noch

in heißen Klimaten gedeihen, hauptsächlich in älteren Formationen. Besonders interessant sind die Farne, welche sich in der Steinkohlengruppe vorfinden und bis zu dem Keuper hinreichen. Sie sind den jetzt noch lebenden Farnkräutern ähnlich, übertreffen dieselben aber an Größe bedeutend; es finden sich Blätter und Stämme in beträchtlicher Menge vor.

Unter den ein- und zweisamenlappigen fossilen Pflanzen sind besonders die Palmen zu erwähnen, deren hohe Stämme in den Tertiärschichten eine Hauptrolle spielen. Die Zweisamenlappigen, welche in der jetzigen Pflanzenwelt an Größe und Häufigkeit Alles überbieten, erreichen ihre größte Verbreitung in der Tertiärgruppe.

Das Studium der fossilen Pflanzen wird besonders dadurch erschwert, daß die zur Bestimmung desselben wichtigsten Theile zugleich die kleinsten und zartesten sind und sich selten in den Erdschichten gut erhalten haben. Man sieht sich meistens auf Vergleichung von Stengeln, Blättern, seltener von Früchten beschränkt. Keime, Blüthen, Samen sind gewöhnlich völlig zerstört. Auch die eigentlichen krautartigen Gewächse, so wie Schwämme, Flechten und dergleichen sind verschwunden oder doch unkenntlich geworden, die Holzstämme versteinert, indem allmählich die kleinsten Theile von Holz und Rinde einer Mineralsubstanz Platz machten; ihre Form ist dabei unverändert geblieben. Die Blätter erscheinen meistens in schwarzen oder grauen Umrissen auf dem Gestein. Bei der Vergleichung mit den jetzt noch lebenden Geschlechtern ist man daher vorzugsweise auf den Bau des Holzes und der Rinde so wie auf die Textur der Blätter angewiesen.

Geologische Perioden.

(Ueberblick geognostischer, geologischer Felsarten.)

Azoische Periode (thierlose) umfaßt 1) die Gneißformation, 2) Glimmerschieferformation, 3) Urthonschieferformation. In der Gneißformation ist der Gneiß die Hauptgebirgsart und er findet sich in allen Abänderungen, so daß bald Glimmer- bald Hornblendegneiß vorherrscht, die jedoch an den Grenzen in einander übergehen. Die Schichtung und Schieferung des Gneißes ist in den Glimmerlagen parallel und gewöhnlich deutlich, bisweilen aber auch versteckt. Häufig geht das Gestein in Granit und Glimmerschiefer über. Der Glimmerschiefer überlagert sehr häufig den Gneiß, indem dieser durch allmähliges Verschwinden der Feldspathsubstanz unmerklich darin übergeht. Der Urthonschiefer überlagert den Glimmerschiefer, wechsellagert selten damit, geht daher oft und allmählig in ihn über und wird bisweilen von Talk- und Chloritschiefer vertreten. Die Glimmer- und Thonschieferformation umgeben den Gneiß oft mantelförmig, allein wo letzterer steil aufgerichtet ist, pflegen erstere sich an beiden Seiten auf ihm anzulegen.

Paläozoische Periode.

Ist die unterste oder erste sedimentäre Schicht; sie zerfällt in folgende Formationen, von Unten nach Oben gerechnet, in die kambrische, silurische und devonische, auch unter der Benennung Thonschiefer- und Grauwackenformation. Die silurische Formation ist auf Granit- oder auf dem Glimmerschiefergebirge abgelagert; man bezeichnet diese Formation mit der Benennung des Grauwackengebirges, wozu dann aber auch die devonische Formation gehört.

Sehr verwickelt ist die Formation im westlichen England und mehrere Geologen unterscheiden dort die kambrische von der eigentlichen silurischen (nach den Cambrian mountains in Wales benannt); jene nicht unmittelbar auf einem azoischen, gneißartigen Gesteine, auf Quarzfels, Glimmerschiefer; es folgt alsdann die kambrische Reihe mit mehreren Abtheilungen, von denen jede wieder verschiedene Unterabtheilungen hat, bestehend aus Schiefer, Grauwacke, Sand und Kalkstein, im Allgemeinen mit weniger Versteinerungen, hauptsächlich erst in den oberen Schichten. Die silurische Reihe besteht ebenfalls in verschiedenen Abtheilungen, zusammengesetzt aus wechsellagerndem Kalkschiefer und Sandstein, mit mehren deutlichen Versteinerungen in fast allen Schichten. In Frankreich z. B. in der Bretagne besteht die kambrische Abtheilung nur aus Versteinerungsleeren Schiefern, hin und wieder wechsellagernd in dünnen Schichten von Kalk und Sandsteinen, die sehr steil einfallen und worauf mit geringem Fallen abweichende Silurschichten abgelagert sind. Diese letzteren bestehen von oben bis unten aus einem mächtigen Conglomeratlager von Quarzkiesel, aus dünnen Schichten eines kieselhaltigen grünen dichten Sandsteines, aus dichtem hellgrünem Kalkstein, aus festem quarzigem Sandstein, mit vielen Versteinerungen und aus schwarzem bituminösem Kalkschiefer, der mit schwarzem Thonschiefer abwechselt und ebenfalls reich an Versteinerungen ist.

In Böhmen findet sich z. B. unweit Prag die Silurformation bedeutend entwickelt. Auf Granit folgt hier krystallinischer Schiefer mit sehr festem Thonschiefer wechsellagernd. Beide Abtheilungen haben bis jetzt keine Versteinerungen geliefert. Es folgt darauf ein grünlicher Thonschiefer, in welchem man bereits 25 Trilobitenformen gefunden hat, namentlich Paradoxides. Darauf folgen quarzfelsartige Gesteine und Thonschiefer, ebenfalls mit Trilobiten, dann kommt Graphitolithenschiefer und Kalk mit vielen Cephalopoden, Gasteropoden, Brachiopoden, Acephalen, nebst wenigen Trilobiten.

Es folgen nun die mittleren und oberen Kalke, jene mit vielen Brachiopoden und diese mit vielen Brachiopoden und wenigen Trilobiten. Die vier letzten Abtheilungen entsprechen den englichen Silurschichten.

In England umfaßt das silurische System Glimmersandstein, Thonschiefer, Wenlockkalk, Schiefer, Kalk, Caradocsandstein. Die untersten Schichten sind hauptsächlich schieferige Grauwacken mit sehr feinem Korn; auf diesen liegen die

Caradocgesteine, quarzhaltige Sandsteine von tiefdunkelrother Farbe mit vielen schmutziggelben, thonigen und kieselhaltigen Adern. Hierauf folgen die Wenlock-schichten, mit ganz der Caradocformation ähnlichen thonigen Schiefern, nebst schmutzigen, sehr fossilhaltigen Kalksteinen. Die oberen Lagen des silurischen Systems endlich bestehen aus den sogenannten Ludlowfelsen, deren untere Schichten aus festen Thonschiefern gebildet sind, die nur wenig Kalk enthalten. Auf diesen liegen glimmerartige graue Sandsteine, die bald sehr thonig, bald kalkig werden und in deren Mitte man namentlich eine nur wenige Zoll dicke Schicht unterscheidet, die fast nur aus einem Conglomerate von Fischresten zu bestehen scheint. Zwischen beiden befindet sich eine Schichtenfolge festen Kalks, die einigermaßen krystallinisch aussehen und Aimestrykalk genannt worden sind.

Außer in Böhmen zeigt sich die Silurformation in einigen anderen Gegenden Deutschlands weniger entwickelt; dahin gehören z. B. die oft seidenglänzenden Thonschiefer des Selkethals am Harz mit den dazwischen liegenden zwei Bänken eines dunklen krystallinischen Kalksteins; desgleichen die Kalksteine von Ilsenburg und Wida, sämmtlich der obern Abtheilung der Formation angehörig. Ferner ist das Vorkommen der Silurgesteine in Rußland und Nordamerika bemerkenswerth.

Die Silurformation ist, wie aus Obigem hervorgeht, sehr mannichfaltig zusammengesetzt. Besonders charakteristisch sind die seidenglänzenden Thonschiefer, deren Schieferung häufig senkrecht auf der Senkung steht. Ferner die krystallinischen oft dunkelgefärbten Kalksteine und Grauwacken.

Der mineralische Charakter giebt, da auch in der devonischen Formation ganz ähnliche Gesteine vorkommen, für die Bestimmung des Alters der Gesteine keinen Anhaltepunkt; man muß daher für diesen Zweck die Versteinerungen zu Hülfe nehmen.

Von Pflanzen trifft man in diesen ältesten Bildungen nur Algen und zwar nur im Meere vorkommende an. Die ältesten bekannten Thierformen sind die Brachiopoden und Trilobiten, jene sind daran kenntlich, daß ihre beiden ungleichen Schalen rechts ganz eben so gebildet sind als links und daher gleichseitig sind; sie treten zunächst in den Gattungen Orthis, Leptaena, Terebratula, Lingula und Pentamerus auf, z. B. Leptaena depressa; Pentamerus Knightii. Unter den Pflanzenthieren zeichnen sich die Gattung Halysites oder Catenipora ganz besonders dadurch aus, daß sie aus langen Röhren besteht.

Von großer Wichtigkeit für die paläozoischen Formationen sind die Trilobiten oder Peläaden, welche zu den Crustaceen gehören. Ihr Körper ist in drei Abschnitte getrennt, in den Kopf, Rumpf und Hinterleib. Der Kopf besteht aus einem mittleren Buckel, der durch 2 Längsfurchen von den Wangen getrennt ist, welche die netzförmigen Augen tragen. Zwei meist schwächere Längsfurchen theilen auch den aus 5—20 Ringen bestehenden Rumpf in die mittlere Spindel. Paradoxides Bohemicus, Calymene Blumenbachii sind am meisten

verbreitet und für die mittlere Grauwacke bezeichnend. Sehr bedeutend ist auch das Geschlecht Asaphus. Ferner erscheint in den Silurschichten ein den Cephalopoden angehöriges Geschlecht Graptolitus mit dünnern an den Rändern geschabten Schalen. Als treue Begleiter der Trilobiten sind die Orthoceratiten in der mittlern Grauwacke aufzuführen und es spielen dieselben noch in dem devonischen Systeme, so wie in dem Kohlengebirge eine Rolle.

Devonisches System.

Dieses System wurde früher von den silurischen Schichten einerseits und von dem Steinkohlensystem andrerseits wenig unterschieden; denn es liegt dasselbe zwischen beiden; in neuerer Zeit aber hat man es mit Recht von den andern Schichtensystemen getrennt. Es ruht auf der silurischen Formation oder auch unmittelbar auf Granit und wird oben von der Kohlenformation begrenzt.

Die im devonischen Systeme vorkommenden Gesteine sind den in dem silurischen Systeme auftretenden Gesteine sehr ähnlich; jedoch werden kalkige Bildungen häufiger und die Thonschiefer verlieren immer mehr die krystallinische Textur. Charakteristische Versteinerungen sind die Gattungen Calceola, Sprengocephalus, Clymenia, Receptaculites, Cupressocrinites und Ctenocrinus. Auch treten hier die ersten Goniatiten auf.

Außer Algen finden sich in dieser Epoche Farne und Lycopodiaceen, mithin die ersten Landpflanzen. In England und namentlich im südwestlichen Theile unterscheidet man drei Hauptabtheilungen in diesem Systeme. Die untersten bilden meistens harte, sehr feste Sandsteine, die sich in feinen Platten absondern, so daß sie ein fast schiefriges Aussehen haben und wirklich als Dachschiefer benutzt werden. Die zweite Schicht wird hauptsächlich von buntem Mergel gebildet, die mit bedeutenden Schichten von thonigen Sandsteinen und unreinen Kalken wechseln, in welchen kleine körnige Concretionen in großer Menge sich finden, die wie Getreidekörner aussehen, weshalb man der Schicht auch den Namen Kornsandstein gegeben hat.

Die oberste Abtheilung wird von dicken Schichten quarzhaltiger Sandsteine gebildet, die mit Conglomeraten und kieseligen Puddlingssteinen, so wie mit bunten Mergeln wechseln, meist einen braunrothen Thon haben und zuweilen kleine Lager von Steinkohlen enthalten.

In Schottland ist das devonische System nicht minder entwickelt, desgleichen im Norden Europas, namentlich in Nordrußland. In Nordamerika zeigt sich das devonische System im Vergleich zu dem silurischen System nur schwach entwickelt. Das eigentliche Aussehen der rothen Sandsteine, die in dem Norden Schottlands und in Rußland so bedeutend entwickelt siud, erhält sich nicht in manchen Gegenden, sondern macht vielfach den Grauwacken-Schiefern und quarzigen Schiefern Platz.

Am Harze sind die einzelnen Glieder des devonischen Systems sehr

schön entwickelt; es finden sich an der Schalke und am Kahlenberge zwischen Clausthal und Goslar mächtige Lager der ältern Grauwacke oder des Spiriferensandsteins. Zu beiden Seiten liegen Caceolaschiefer, welche im untern Theile auch wohl graue oder schwärzliche Kalksteine enthalten und darüber die Massenbacher- oder Orthoceratitenschiefer mit Goniatiten und Orthoceratiten.

Im östlichen Thüringen finden sich die ältere Grauwacke und Caceolaschiefer bei Steinach. Cypridinenschiefer und Kramengelkalke in vielen abgesonderten Ablagerungen zwischen Friedrichsthal, Gräfenthal und Saalfeld.

Unter den verbreitetsten Versteinerungen der devonischen Formation sind die Brachiopoden, namentlich die Spiriferen vertreten, charakterisirt durch eine Bucht oder Längsfurche auf der Mitte der kleinen Bauchschale, durch eine dreieckige Oeffnung unter dem Schnabel der Rückenschale und durch eine ebene fein gitterförmig gestreifte daneben liegende Fläche.

Von den Cephalopoden ist die Gattung Goniatites oder Aganides ihrer bedeutenden Verbreitung wegen von Wichtigkeit. Es sind dies gleichseitige, in derselben Ebene spiralförmig aufgerollte, vielkammerige Spalten, welche schnell an Höhe und Druck zunehmen und die vorhergehende Windung gewöhnlich so stark überwachsen, daß nur wenig davon zu sehen bleibt, und auf der Mitte der Schale sich ein engerer Nabel bildet.

Aehnlich ist die Gattung Clymenia, und als eine andere Leitmuschel des devonischen Gebildes ist die Strengocephalus Burtini zu betrachten, welche sich ungemein häufig in den Rheinlanden findet und nicht selten von der sogenannten Pantoffelmuschel (Calceola santalina).

Aus dem Pflanzenreiche findet man besonders im Verhältniß zu der darauf folgenden Steinkohlengruppe nur wenige unvollkommene Reste. In den ältesten tiefsten Schichten erscheinen Pilze. Ferner finden sich palmenartige Gewächse und Farnkräuter. Dagegen kommt in der Grauwackenformation der Anthrazit vor, dessen Abstammung pflänzlicher Natur ist.

Steinkohlenformation.

Diese Periode, welche zwischen dem devonischen System und dem Zechstein liegt, ist fast in allen Theilen der Erde nachgewiesen worden und trägt eine außerordentliche Ueppigkeit der Vegetation.

Man unterscheidet in diesem System zwei sehr wesentlich von einander getrennte Gruppen und den Kalkstein, welcher die Steinkohlenlager enthält. Ersteres ist unmittelbar eine Meeresbildung, denn man findet in ihm Versteinerungen von Seethieren in großer Menge, aber keine Kohle. Letztere hat sich theilweise in sumpfigen Morästen und seichten Becken gefunden und schließt keine Seethiere ein, dagegen Pflanzenabdrücke in großer Menge und eigentliche Steinkohle, welche in bestimmten abgesonderten, für sich bestehenden Schichten abgelagert ist und offenbar ihre Entstehung einer besondern Umwandlung vegetabi-

lischer Körper verdankt. Es muß nach der Ablagerung der devonischen Schichten, namentlich auf Inseln und Küstengegenden, ein wahrhaft tropisches Klima geherrscht haben, denn nur in einem solchen konnten jene üppig entwickelten Gewächse Farnkräuter, Schachtelhalme, Bärlapparten, wie sie die Steinkohlenformation liefert, gedeihen. Hauptsächlich sind es nämlich Ueberreste von kryptogamischen Gewächsen, namentlich Farnkräuter, welche wir so häufig in den Steinkohlengebirgen antreffen und eine unverkennbare Aehnlichkeit mit den noch lebenden Gattungen, wie Neuropteris, Pecopteris haben. Unter den Schachtelhalmen oder Equisitaceen sind es die Calamiten und unter den Bärlappartigen ist es die Gattung Lepidodendron (Schuppenbaum).

Die schönsten Pflanzenüberreste hat man in den Steinkohlengruben Böhmens und Englands zu Tage gefördert. Zu den nicht ungewöhnlichen Erscheinungen gehören aufrechtstehende Baumstämme, welche durch die Schichten des Kohlengebirges gleichsam hindurchragen. Besonders werden sie im Saarbrückschen, in Frankreich, Schlesien und England angetroffen.

In weit geringerer Menge als die Flora ist die Fauna entwickelt. Muscheln aus der Classe der Brachiopoden gehören zu den bezeichnetsten; während überhaupt Ueberbleibsel von Thieren mehr auf den Kohlenkalk beschränkt sind, finden sich die Pflanzenüberreste mehr im Schiefer und Sandsteine; nur dann erscheinen erstere in dem Kohlengebilde, wenn der Kalkstein eine nicht so selbstständige Rolle unter dem Kohlengebirge behauptet, sondern mit demselben wechselnd auftritt, wie dies in Rußland und im nördlichen Amerika der Fall ist. Als Leitmuscheln für den Kohlenkalk können mehrere Arten von Productus, die allenthalben, in Großbritannien, Belgien, auf den Rheinufern, an den Abhängen des Urals, in Nordamerika verbreitet sind, aufgeführt werden. Auch das Brachiopodengeschlecht Spirifer, welches im Grauwackengebirge eine Rolle spielt, erlangte im Kohlenkalk seine Hauptentwickelung. Als Seltenheit mag erwähnt werden, daß man im Jahre 1834 bei Chamle unweit Prag in einem Steinbruche am Ausgange des Steinkohlenlagers einen fossilen Skorpion fand.

Zechsteinformation.

Unmittelbar auf dem Steinkohlensystem und zum Theil mit abweichender Schichtung mit diesem, wie dies namentlich bei Zwickau in Sachsen der Fall ist, findet sich ein System von Schichten, dessen hauptsächlichster Charakter in einer großen Armuth von Fossilien zu suchen ist.

In Deutschland ist dieses Schichtensystem am deutlichsten entwickelt; es findet sich als erstes Glied unmittelbar auf dem Kohlengebirge ruhend, das rothe Todtliegende ein meist rother, grauer oder grüner Sandstein von feinem Korn, der in seinen unteren Theilen oft in ein gröberes Conglomerat übergeht, welches aus Geschieben von Porphyr, Granit, Gneiß, Syenit, Glimmerschiefer, Thonschiefer, Kieselschiefer und Quarz gebildet ist.

Ueber diesen rothen Sandsteinschichten ruhet das weiße oder graue Todtliegende, ein hellgraues Conglomerat oder ein ebenso gefärbter Sandstein, meistens aus Kieselgeröllen, die durch ein mergeliges Bindemittel verkittet zusammengesetzt ist. Hierauf folgt der Kupferschiefer, dann der Zechstein und endlich Rauchwacke oder Rauchkalk d. h. ein krystallinisch-körniger Dolomit, dann Asche, Gyps und Stinkkalk und endlich Mergel von geringer Mächtigkeit, jedoch ist die Reihenfolge der 4 letzten Glieder an vielen Punkten verschieden von den hier gegebenen. — Am Harze wird die Formation von buntem Sandstein überlagert und liegt auf dem Kohlengebirge.

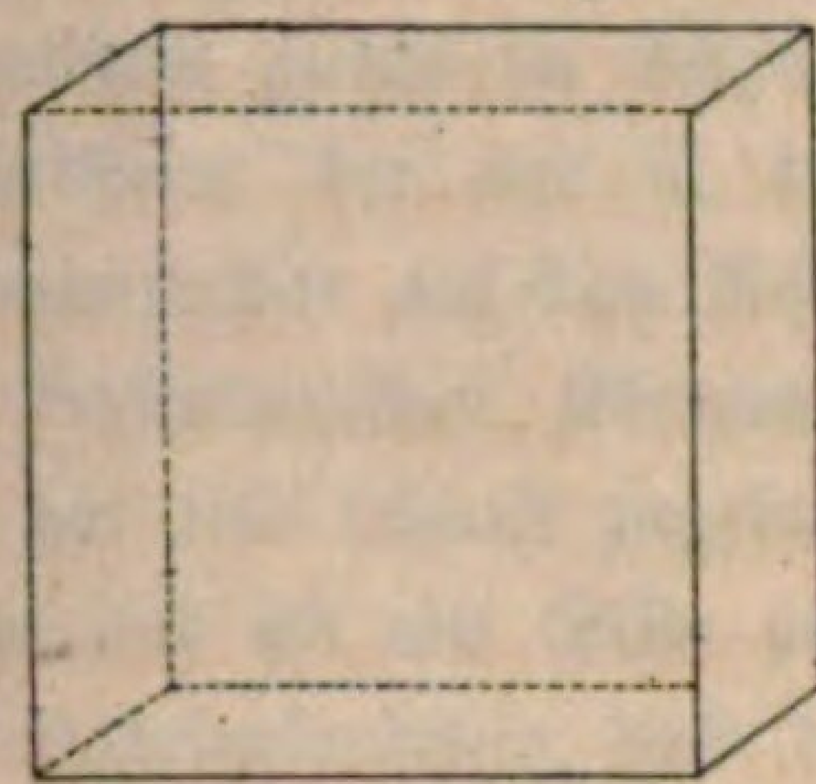
In Rußland besteht das Zechsteingebirge aus abwechselnd nicht gehobenen und sehr weit ausgedehnten Schichten von Gyps, Mergel, Kalkstein, Sandstein und Conglomeraten, unter denen die Sandsteine vorherrschen, nach oben gehen sie in einen rothen Sandstein über. In England sind die Rauchwacken, dort Magnesiakalk genannt, so vorherrschend, daß man die ganze Formation darnach benannt hat. Die Zechsteinformation ist an organischen Ueberresten so arm, daß nur 100 Pflanzenarten aus ihr herrührend uns bekannt sind. Das Todtliegende und namentlich der darin vorkommende Thonstein enthält noch ziemlich vielfache Krautabdrücke und noch viel verkieselte Stücke Baumstämme; der Kupferschiefer ist dafür reich an Fischen, namentlich an Paläonisken und den breitern Platäosamen. Auch kommen Muscheln vor und in den Dolomiten finden sich bisweilen Korallen. Für die untere Abtheilung des Zechsteins ist der Productus aculeatus sehr charakterisch; für den obern sind besonders Mooskorallen, Terebrateln u. s. w. wesentlich.

Triasperiode.

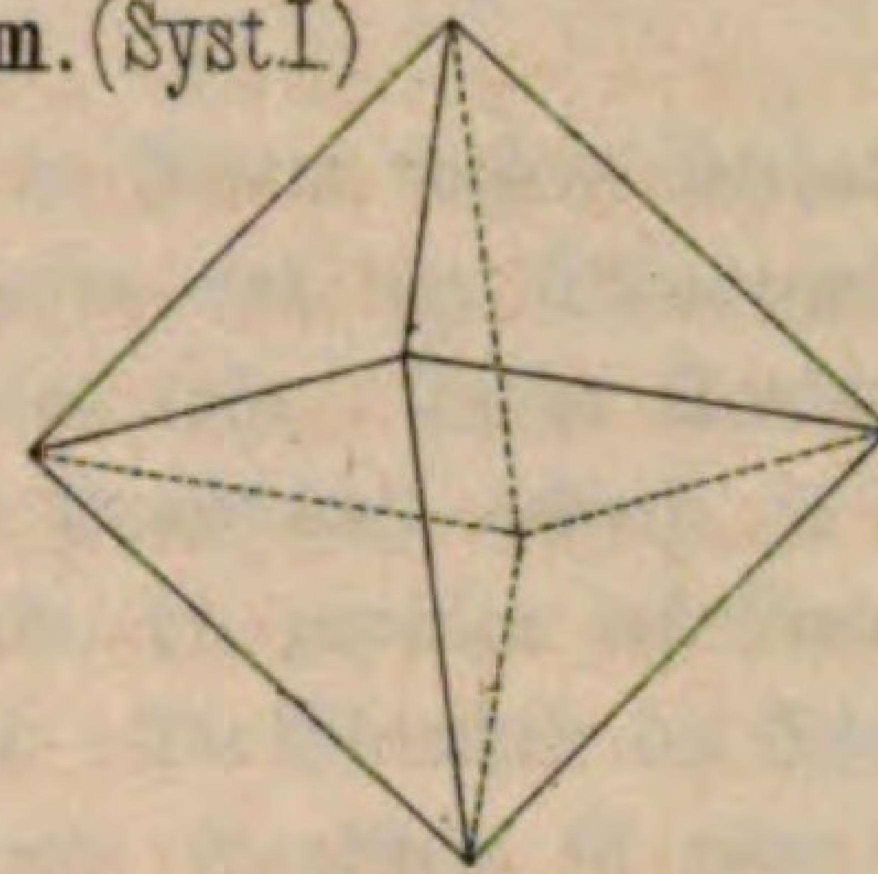
Von der Bildung des Rothliegenden und Kupferschiefergebirges beginnt ein neuer Schöpfungsabschnitt organischer Natur, deren Mannichfaltigkeit bedingt war vom Wechsel der Atmosphärilien und der Temparaturverhältnisse. Es beginnen die secundären Gebilde und zwar zunächst 3 Ablagerungen im Urmeere, welche jünger als der Zechstein und älter als der Lias sind, nämlich der bunte Sandstein, Muschelkalk und Keuper, die der Geolog mit der Benennung „Trias“ bezeichnet. Die unteren Schichten dieser Periode und eine obere derselben umschließen hauptsächlich Landpflanzen, während 2 mächtige kalkige Ablagerungen nur Meerthiere führen. Mit dem Beginn der Triasperiode begann die des amphibischen Thierlebens und dauerte bis zur Ankunft der nach Ablagerung der Kreidegebirge beginnenden Tertiärperiode. Neue Geschöpfe des Thierreichs treten auf, wo bis dahin nur Muscheln und deren Bewohner allein geherrscht haben. Fußspuren einer riesigen Eidechse, mehrer Eidechsen mit Schwanenhälsen und Floßfüßen, Zähne und einzelne Knochen einer riesigen Froschart überragen die Muscheln. Charakteristisch sind jedoch für die neue Periode unter den Strahlthieren die Enkriniten, unter den Muscheln die

Grundformen der verschiedenen Krystall-Systeme.

Reguläres System. (Syst. I.)

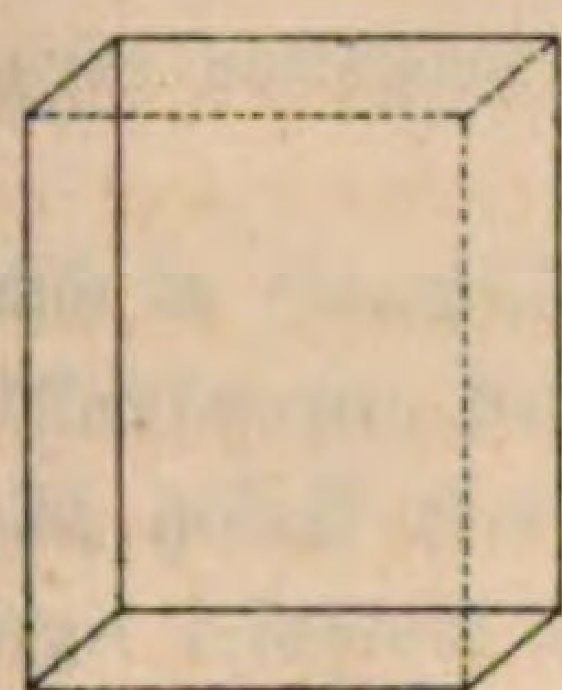


Würfel.

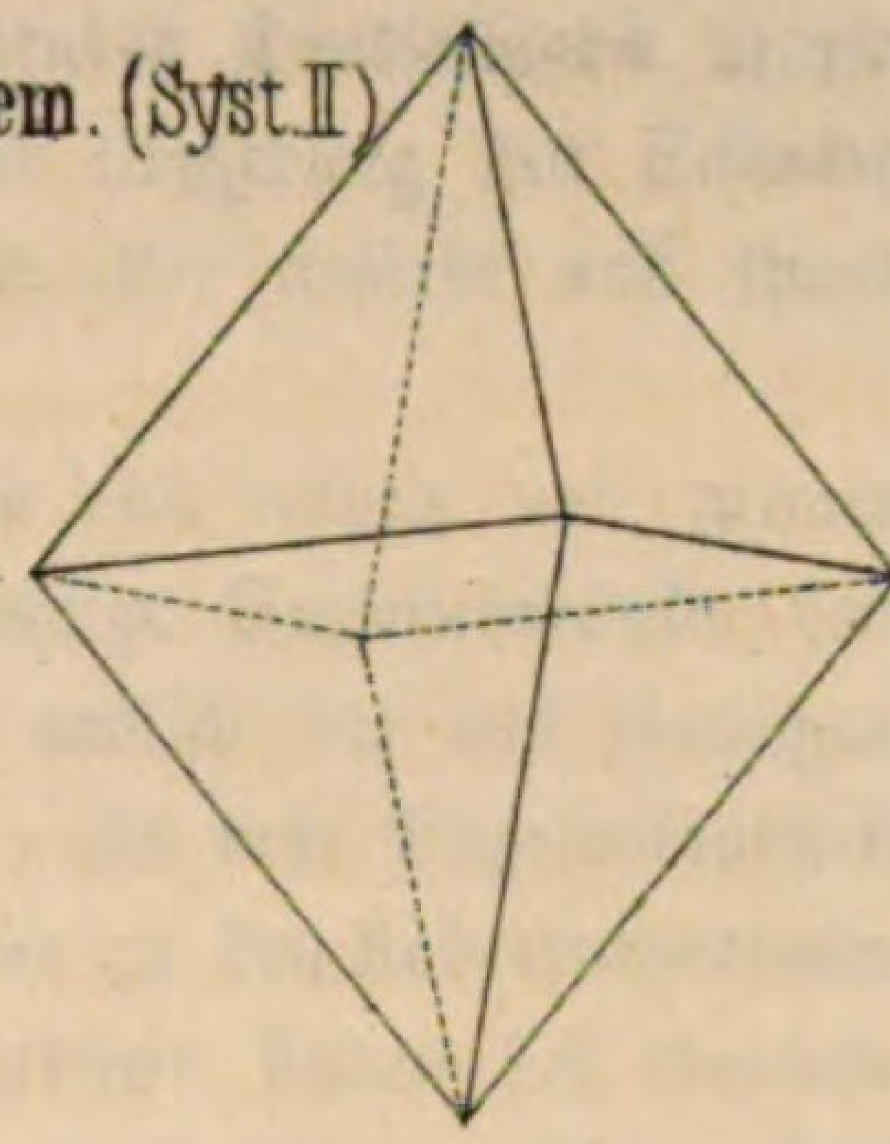


Reguläres Oktaëder.

Quadratisches System. (Syst. II.)

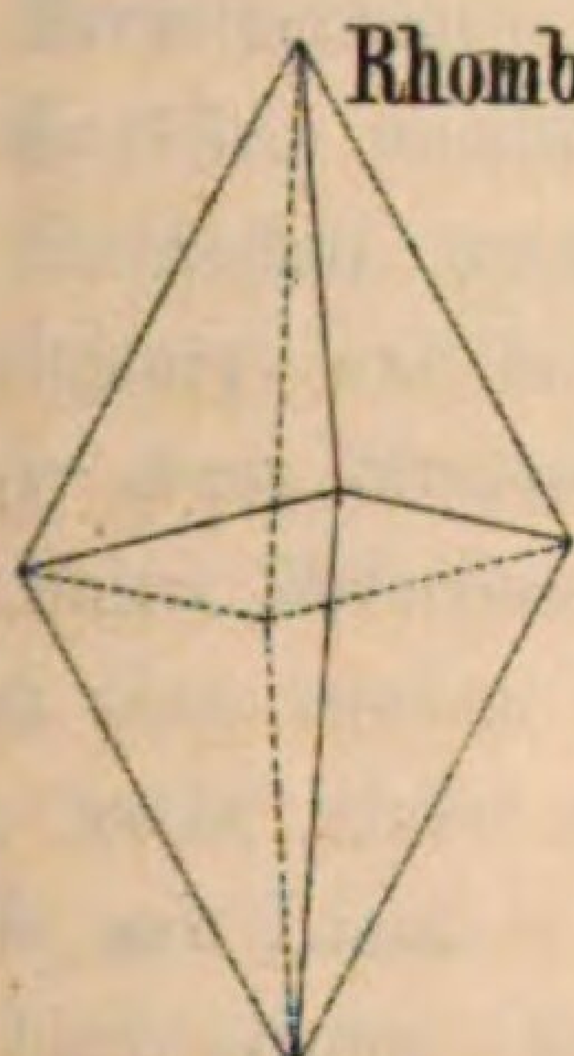


Gerade quadratische Säule.

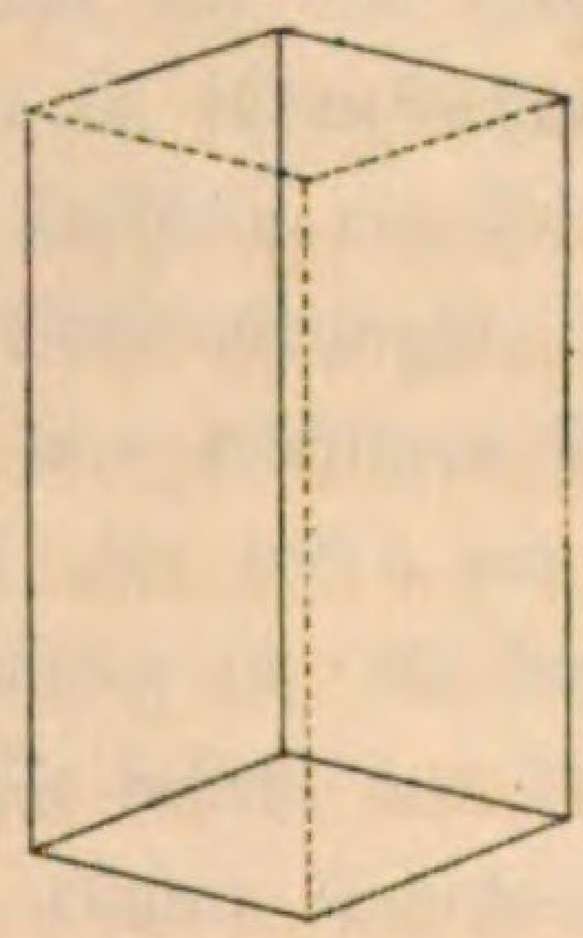


Quadratisches Oktaëder.

Rhombisches System. (Syst. III.)

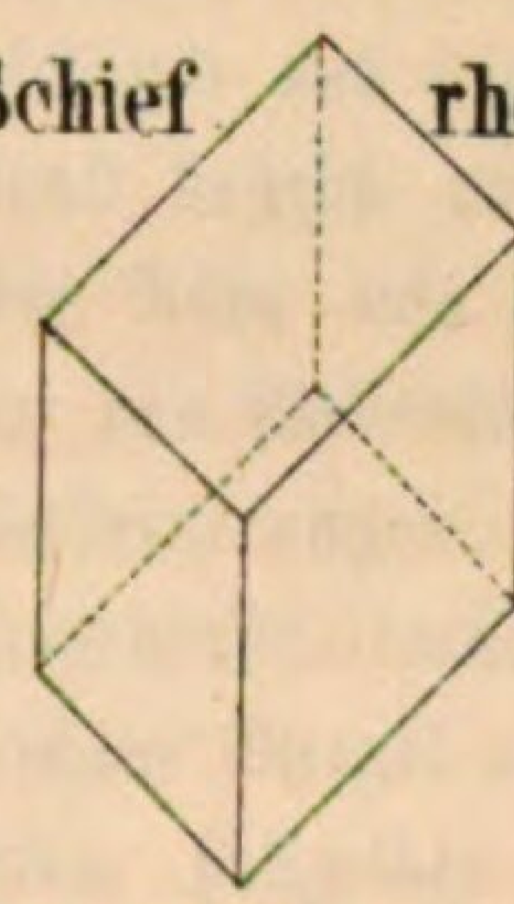


Rhombisches Oktaeder.

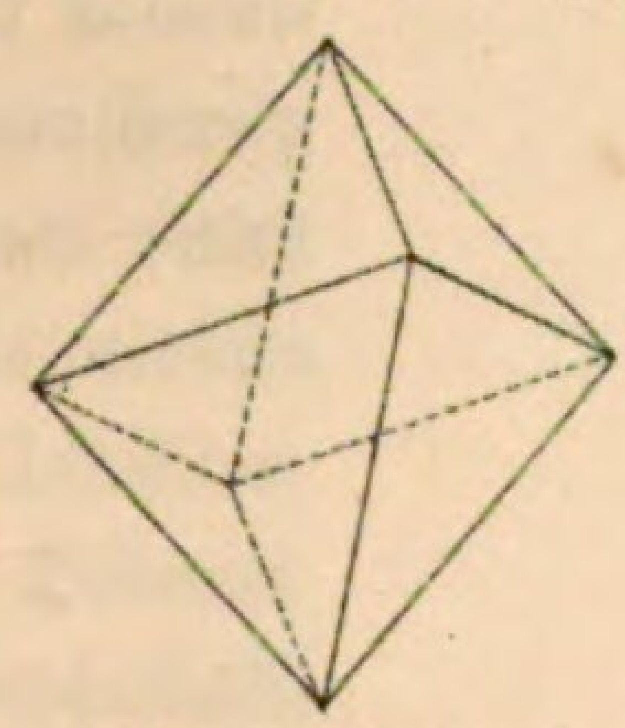


Rhombische Säule.

Schief rhombisches System. (Syst. IV.)

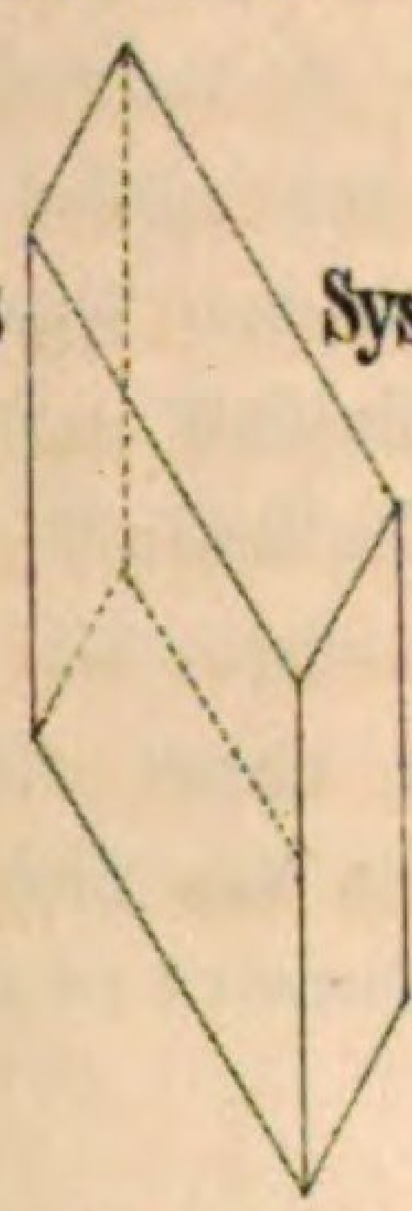


Schief-rhombische Säule.



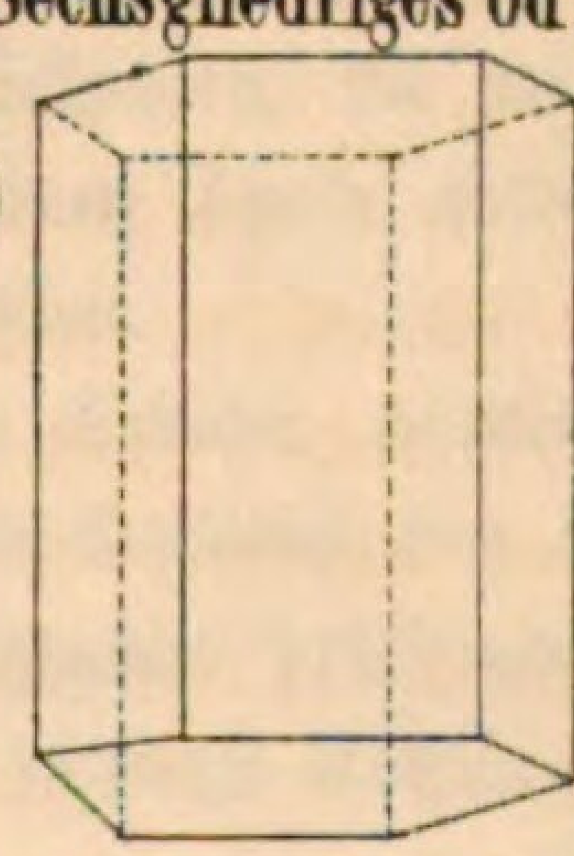
Schief-rhombisches Oktaëder.

Schief rhomboidisches System (Syst. V.)

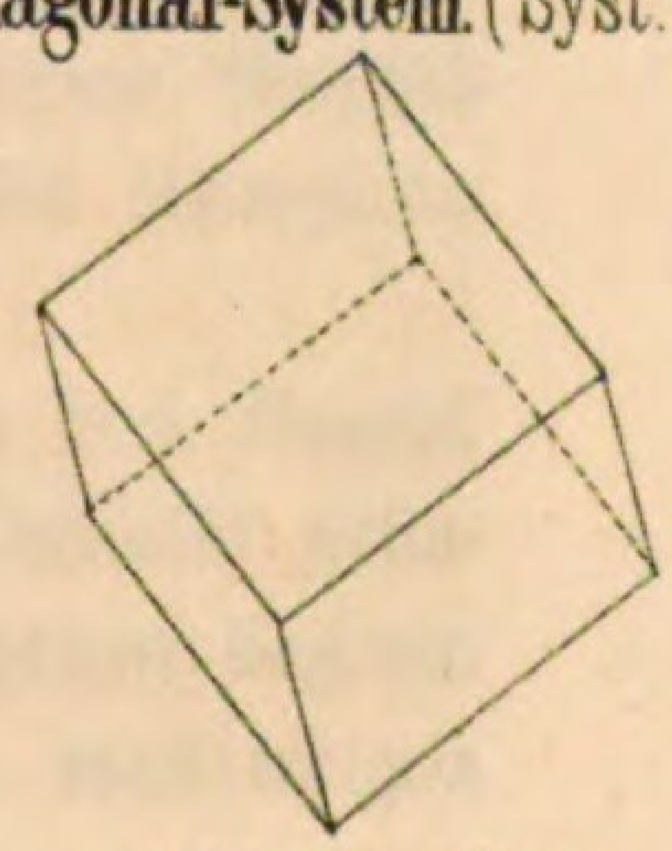


Schief-rhomboidische Säule.

Sechsgliedriges od. Hexagonal-System. (Syst. VI.)



Sechsseitiges Prisma.



Rhomboëder.

Miophorien, unter den Reptilien die Labyrinthodonten, aber auch die frühere Flora hat noch nicht aufgehört; jedoch waren zu den baumartigen Farnen Nadelbäume, die den Araucarien ähnlichen Albertien und Voltzien große Schachtelhalme und Zapfenpalmen getreten.

Der bunte Sandstein gleicht im Allgemeinen in seinem äußern Verhalten sehr dem Vogesensandstein, der nur in den Vogesen und am Schwarzwalde bekannt ist, wo er unmittelbar auf dem Rothliegenden ruht. Dieser Sandstein besteht aus eckigen, krystallinischen Körnern, deren Bruchflächen lebhaft in der Sonne glänzen, und hat eine lebhaft ziegelrothe Farbe, die zuweilen ins Violette oder Braune übergeht und oft mit Grün abwechselt. Die Gleichheit der Schichtung zwischen dem Vogesensandstein und dem bunten Sandstein ist zwar im Kleinen sehr deutlich ausgeprägt, im Großen aber nur scheinbar.

Der bunte Sandstein ruht in den meisten Gegenden Deutschlands unmittelbar auf dem Zechsteingebirge. So wie er in der Umgebung des Schwarzwaldes und in den Vogesen vorkommt, ist er meist dunkler gefärbt und thoniger als dieser letztere.

Er besteht gewöhnlich in abwechselnden Schichten von rothem und grauem Thon und rothem Sandsteinschiefer; dann folgen mächtige Sandsteinbänke, bald roth, bald weißlich-gelblich gefleckt oder streifig und endlich der aus thonigem, rothem und buntem Mergel bestehende Schieferletten. In dem Vogesensandstein finden sich nur selten Ueberreste von Pflanzen und eine zu den Labyrinthodonten gehörende Gattung Mastodonsaurus; im bunten Sandstein finden sich ebenfalls nur selten Versteinerungen vor. Auf beiden Seiten der östlichen Alpen liegt der bunte Sandstein unmittelbar auf dem Grauwackensandstein.

Der Muschelkalk, welcher im südwestlichen Deutschland aus dem Wellenkalk, der Anhydritgruppe und dem Kalkstein von Friedrichshall besteht, enthält namentlich in dieser obern Gruppe Versteinerungen. In der Nähe von Braunschweig besteht die untere Abtheilung aus mächtigen Schichten von Wellenkalk mit vielen wurmartigen Concretionen, ist aber unten arm an Versteinerungen. Die mittlere Abtheilung, welche minder mächtig ist, als die vorhergehende, enthält Trochiten, Terebratula und Lima. Sie besteht aus dolomitischem Mergel und Dolomit, ohne alle Versteinerung, aus dünnen Schichten dichten, hellgelben Muschelkalks und Thon mit Terebrateln aus oolithischem Kalk in mächtigen Bänken mit Stilolithen und aus Trochitenkalk in mächtigen Bänken mit Encrinus liliformis. Die obere Abtheilung besteht aus dünnen Schichten, die mit dichtem Muschelkalk und thonigem Mergel wechseln. Im obern Theile finden sich Ammoniten und Trigonien, im untern Pektiniten, Gervillien.

In der auf den Muschelkalk folgenden Schicht, nämlich in dem Keuper, herrscht Mergel vor. Unmittelbar auf dem Dolomit des Muschelkalks befindet sich die Lettenkohle, welche mit dunkelgrauen schiefrigen Thonen beginnt, die oft sehr erdhaltig sind und allmälig in schwarze Kohlen von matt-erdigem

Bruch übergehen, weich und fettig sind, leicht verwittern, wobei sie in scheibenförmige Bruchstücke zerfallen. Die Lager dieser Lettenkohle wechseln mit dem Lettenschiefer ab; hie und da finden sich Gypslager; auf diese folgen Sandsteine, welche Eisennieren enthalten und häufig Koprolithen, Zähne und Schuppen von Fischen führen. Auf der Lettenkohle lagern dann die Schichten des eigentlichen Keupers, die sich, je nach dem vorherrschenden Gestein, in untere bunte Mergel und in obere Keupersandsteine eintheilen lassen. Diese letzteren bestehen aus einem grobkörnigen weißen Sandstein, welcher bisweilen in Conglomerate oder Kieselsandstein übergeht und auch wohl Nester von Steinkohlen, so wie Calamiten und Saurier umschließt. Die oberen Schichten führen Fisch- und Reptilienreste. Die Triasgruppe ist hauptsächlich in Deutschland entwickelt und nimmt den größten Theil der zwischen den ältern Gebirgsmassen liegenden Oberfläche ein. In Frankreich findet sie sich nur in den östlichen Theilen. In England begreift man unter dem Namen des neuen rothen Sandsteins eine mächtige Sandsteinablagerung, welche wahrscheinlich aus Vogesen-, buntem und Keupersandstein besteht.

Unter charakteristischen Versteinerungen der Triasgruppe, besonders des Muschelkalks, sind vorzugsweise Encrinites liliiformis, Terebratula vulgaris, Ammonites nodosus zu erwähnen. Ferner finden sich langschwänzige Krebse, Fische im Muschelkalk und Keuper Labyrinthodon Salamandroides; aus der Flora Calamites arenaceus, Albertia elliptica, Voltzia heterophylla etc.

Besonders charakteristisch für die Triasperiode und hauptsächlich wichtig für Deutschland sind die darin vorkommenden reichen Salzquellen.

Die Juraperiode.

In Deutschland bildet der Jura so gut wie in England, wo er vollständig entwickelt ist, drei bestimmte verschiedene Abtheilungen. Die unterste führt allgemein den Namen Lias, kann aber auch als schwarzer Jura bezeichnet werden. Die mittlere ist der braune Jura, die obere der weiße Jura.

In dieser Periode treten Amphibien, Saurier, Reptilien auf. Der Lias stellt sich als eine eigenthümlich mehr abgeschlossene Schicht dar. Ganz unten liegt in der Regel eine ganz dunkle Kalksteinbank, worauf der durch Verwitterung des Bindemittels hellfarbig gewordene Liassandstein mit den ersten Belemniten folgt. Ferner finden sich stengelförmige Abdrücke von Conferven. Jene Sandsteine werden von blauschwarzem Liaskalk mit Gryphäenmuscheln überlagert, die ihren Namen zu der Bezeichnung des Graphitenkalks, so wie des Graphitenschiefers hergegeben haben. Daran reihet sich ein mächtiger, an Petrefacten armer Thon, den der grauscheckige harte Steinmergel als Hauptschicht des Lias mit zahlreichen organischen Resten überlagert. Dann kommen wieder ärmere Thone und endlich schieferige Mergel, die sogenannten Liasschiefer mit Gebeinen wunderbarer Amphibien. Besonders finden sich in der untern

sandigen Schicht des Lias ein großer Ammonit, Ammonites Buklandi, Ammonites amaltheus, die sogenannten Donnerkeile, Belemnites, Graphaea arcuata, sehr verbreitet. Terebratula ist durch zahlreiche Arten vertreten. Ichthyosaurus, Plesiosaurus, Megalosaurus, Pterodactylus und andere ähnliche merkwürdige völlig untergegangene Amphibienformen.

Der mittlere Jura hat an Versteinerungen geringere Ausbeute geboten als der Lias, schon deshalb, weil er mehr aus Sandstein und Thonlagern besteht; so fehlen ihm namentlich die ganz eigenthümlichen Gestalten, die sich einigermaßen mit den Meereidechsen vergleichen ließen. Nur in England erregen die Stonesfielderschiefer eine 6 Fuß mächtige Kalkbank unter dem untern Oolith mit vielen organischen Resten, Belemniten, Trigonien und anderen Meeresgeschöpfen. Es finden sich in dem Jura Muscheln verschiedener Art, Ammoniten und Korallen in unermeßlicher Zahl, Belemniten, Saurier und Fische. Besonders charakteristisch sind Pholadomya Murchisoni, Trigonia navis; letztere schon im Lias häufig; Terebratula biplicata findet sich in dem weißen und braunen Jura und Terebratula varians gewöhnlich in der Größe einer Haselnuß in der obern Schicht des braunen Jura in unendlicher Menge. In größter Entwicklung tritt jedoch das Cephalapodengeschlecht der Belemniten in der Juragruppe auf. Der obere oder weiße Jura, vorherrschend ein Kalkstein von gelblicher oder selbst weißer Farbe, der in seinen untersten Lagen mit mehren dünnen Mergelschichten wechselt, führt häufig Terebratula impressa, eine Menge von Polypengehäusen, als einen Reichthum sehr charakteristischer Versteinerung, z. B. die Ueberreste der erwähnten fliegenden Eidechsenart, Pterodactylus oder Armgreif, zahlreiche Krebse, von häufigen Arten Wasserjungfern, Schildkröten und eigentliche Muschelarten z. B. Pinna granulata (Stechmuschel).

Kreideperiode.

Die Kreideformation, die letzte Gruppe der Flötzgebirge, im Sinne der älteren Geologen, schließt sich zunächst an den Jura und besteht, wie dieser, aus Kalk und Sandstein, von denen zwei Gebilde Kreide und Quadersandstein die bekanntesten sind. Gewöhnlich liegen Mergel und Sandsteine unmittelbar auf dem Jura und die Kreidelager machen den Schluß. Sie enthält Knochenfische, Krokodile, Eidechsen und Schildkröten; in ihr treten zuerst Weiden, Birken und Nadelhölzer auf, Weichthiere aller Art, Krebse mit langen Schwänzen, Fische, die an die heutigen Gattungen erinnern von mannichfachen Größen und in erstaunlicher Menge, Panzerthiere, wie Schildkröten und krokodilartige Ungethüme, z. B. die Iguanodonten, die ersten eigentlichen Luftthiere, auf die eine selten vorkommende gänzlich untergegangene Vogelart hindeutet, sind der Charakter dieses neuen Zeitalters. Der Quadersandstein führt im Ganzen weniger Versteinerungen als die Kreide, nur stellenweise umfaßt er Schichten, die solche einschließen, z. B. Abdrücke von Pflanzenblättern, einige Korallen; beson-

ders aber Aradiaten, Muscheln und Schneckenschalen, oftmals auch untergegangene Ammoniten, Spuren von Vögeln u. s. w.

Die weiße Kreide besteht, wie schon früher erwähnt, zum großen Theil aus Lagern von Kalkgehäusen, mikroskopischen Thierchen, Infusorien, häufig mit gleichzeitig gestorbenen Seeigeln vermischt; namentlich treten die Geschlechter der Cephalopoden noch einmal in großer Entwicklung auf und aus der Schaar der zahlreichen Ammonitenarten ist hauptsächlich Ammonites Rhotomagensis zu erwähnen; häufig erscheint auch der sogenannte Haken-Ammonit, Hamites. Besonders ist eine Art der Thurm-Ammoniten, Turrilithes costatus für die weiße Kreide charakteristisch. Scaphites aequalis ist weniger verbreitet; findet sich bei Hannover, Goslar ꝛc. Besonders bemerkenswerth sind aber die krokodilartigen Ungeheuer, Ueberbleibsel von raubgierigen Haien und andern Fischgattungen, nämlich das Riesenthier Piguanodon, ein mindestens 70 Fuß langer Drache, dessen Höhe die des Elephanten bei weitem übertroffen haben muß. Die Ueberreste dieses Thieres wurden in Wealden-Süßwasserniederschlägen in der Grafschaft Sussex gefunden.

Auf diese Flötzformationen folgt nun

die Tertiärgruppe,

welche hauptsächlich aus Sandsteinen, Thon, Braunkohlen und Mergel besteht, und deren Hauptabtheilungen die Eocen-, Miocen- und Pliocenformation ausmacht. Die Pflanzen der Tertiärschichten gleichen den jetzt wachsenden, nur giebt es wenige Arten. Festland und Meer liefern eine große Menge von Thieren; im Meere Wallfische, Pottfische, Delphine und Seekühe, an den Meeresufern erscheinen Romme und Wallroß, das Dinotherium und das Toxodon. Unter den Pflanzenfressern sind das elephantenartige Mastodon, das pferdeartige Hippotherium, kolossale Elephanten und Nashörner ausgezeichnet. Außerdem finden sich Schlangen, Frösche, Kröten, riesige Salamander, Falken, Eulen, Wasserhühner und Strauße.

Um für die höchst mannichfaltigen, selten über große Flächen ausgedehnte Tertiärbilder ihre gegenseitige Vertretung und ihr relatives Alter einen sichern Anhaltepunkt zu gewinnen, sind die organischen Einschlüsse derselben ebenfalls wieder ausführlicher benutzt und nach ihnen drei Unterabtheilungen angenommen, welche sich am wichtigsten durch untere, mittlere und obere Tertiärschichten bezeichnen lassen; da aber in den untersten Schichten bei weitem weniger fossile Organismen enthalten sind, welche mit den jetzt lebenden übereinstimmen, als in der mittlern und obern Schicht, so hat man wohl die erste Bezeichnung Eocen-, Miocen- und Pliocenformation gewählt.

Die Untersuchungen, welche besonders auf Muscheln und Schnecken begründet waren, ergeben für die Eocengebilde ein Verhältniß der übereinstimmenden Arten zu den verschieden von 1 zu 30, in den Miocengebilden von 1 zu 5,

in den Pliocengebilden von 1 zu 3 oder 1 zu 2; ja stellenweise von 8 zu 10. Jedoch scheinen diese Resultate, wenn sie auch für gewisse Oertlichkeiten sich für richtig ergeben, eine allgemeine Anwendung nicht zu gestatten, und man ist daher in neuerer Zeit von der strengen Sonderung der Tertiärschichten nach Leitmuscheln zurückgekommen.

In vielen Gegenden Deutschlands bestehen die untersten Tertiärschichten aus Thon und Sandlagern, zwischen denen Braunkohlenflötze auftreten; jedoch ist die Braunkohle nicht allein eine Eigenthümlichkeit der untersten Schichten, sondern sie findet sich auch in der mittleren und obern Abtheilung. Sie sammelte sich auch in muldenartigen Vertiefungen und scheint hier an vielen Orten in der Tiefe vorhanden zu sein, wo sie bis jetzt noch nicht beachtet wurde; dafür spricht die Verbreitung des Bernsteins.

In den verschiedenen Theilen des südlichen Europas kommen Schichten von Kalk- und Sandsteinen vor, welche wegen einer Versteinerung, die sie enthalten, als Nummulitengebilde bezeichnet wurden, die man früher als oberste Glieder der Kreidegruppe anzusehen glauben mußte, in neuerer Zeit aber als die ältesten Tertiärschichten betrachtet. Die Versteinerung ist ein Thon aus der Classe der Foraminiferen, von Gestalt einer Linse und wurde früher für eine versteinerte Münze gehalten, weshalb man ihr den Namen Nummulina gab und die Kalksteine Nummulitenkalksteine nannte. Eine andere mächtige Gruppe der Tertiärgebilde ist die Grobkalkformation von grauer, bräunlicher oder gelber Farbe, welche gewöhnlich den Braunkohlen zunächst folgt und nur durch liegende Sandschichten davon getrennt ist. Zuweilen ist dieser kohlensaure Kalk mit bedeutenden Mengen von Sandkörnern versehen; er enthält in seltener Häufigkeit Petrefacten, häufiger Muscheln. In der Gegend von Paris soll man sogar 1400 urweltliche Muscheln in dem Grobkalke gesammelt haben.

Eine bedeutende Entwickelung erreicht das Geschlecht Cerithium, wovon über 200 Arten nachgewiesen worden sind. Die größte unter dieser Art ist die sogenannte Schraubenschnecke, Cerithium giganteum. Als Leitmuschel für den Grobkalk kann ferner auch die sogenannte Kegelschnecke Conus, namentlich Conus deperditus dienen, die in den Grobkalkgebilden der Umgebung von Paris bei Grichean, Parmes &c. nirgends fehlt. Fast ebenso häufig ist aber auch die sogenannte Herzmuschel, Cardium. Die Braunkohlenperiode trägt überhaupt schon einen freundlicheren Charakter als die vorausgegangene, aber auch nicht so originell und daher weit weniger abweichend von den jetzigen Wäldern der Erde. Gewächse, welche ihren eigenen Samen in Fruchthüllen tragen, hatten begonnen. Zwischen Laub- und Nadelholzbäumen erheben sich einige stolze Palmen, Heidekräuter, Seifenpflanzen, Styraceen, Ilicineen, Taxusarten, Auracarien, Cypressen, Bernsteinkiefer &c. sind der Charakter der Flora der Braunkohlenperiode.

Die zweite Abtheilung der Tertiärgruppe oder die Miocenformation besteht größtentheils aus Sand und Sandconglomeraten, von denen erstere vorzugsweise

zu Sandsteinen erhärtet. Dann finden sich auch Mergel und ein Süßwasserkalk. In der Schweiz zwischen dem Genfer- und Bodensee erreicht die Formation eine große Ausdehnung; man nennt sie dort Molasse und hat daher die ganze mittlere Tertiärformation mit dem Namen der Molassegruppe bezeichnet. Die Molasse ist ein mannichfaltiges Gebilde; sie erscheint an gewissen Punkten nur als feinkörniger Sandstein; kommen aber Körner von Feldspath, Kalk und anderen Mineralien hinzu, so werden sie rauher. Mitunter enthält das Gebilde kalkige Sandmasse in Form von Kugeln oder Knollen, welche in der Höhe gleich Nagelköpfen erscheinen, weshalb man den grobkörnigen Molassesandstein Nagelflue genannt hat, da Flu oder Flü gleichbedeutend mit Fels ist. — In den Molasseschichten treten auch Braunkohlen auf und es werden dieselben von organischen Resten begleitet, die den heutigen Thieren und Pflanzen zwar ähneln, jedoch stets specifisch von ihnen verschieden sind.

Ein anderes Gebilde der mittleren Abtheilung der Tertiärgruppe ist der Tegel, welcher bisweilen aus losen, im Rhein- und Donauthale, wo derselbe sich findet, zu Sandstein verhärteten durch ein kalkigtes Bindemittel vereinigten Schichten besteht, deren außerordentlicher Reichthum an Muscheln zu der Benennung Sandstein Veranlassung gegeben hat. An andern Orten gehen die Mergel in Sandlager über und ihnen folgen Kalkschichten, die ebenfalls theils Meeresprodukte sein können, theils aus süßen Gewässern (daher Süßwasserkalk) herrühren. Die in ihnen begrabenen organischen Reste haben noch immer einen vorwiegend tropischen Charakter, und alle Conchilien, deren Menge oft nicht beträchtlich ist, finden sich gegenwärtig nur an den Küsten Guinea's und Senegambiens. Besonders charakteristisch ist für den Tegel Pectunculus pulvinatus.

Die immer häufiger werdenden Säugethiere finden sich in der Gegenwart nicht mehr. Eigenthümliche Formen, wie das Dinotherium, zahlreiche Dickhäuter, Mastodonten hat man in den Tegelschichten entdeckt. Noch häufiger als die Knochenüberreste der Mastodonten findet man in den mittlern Tertiärschichten die Gebeine vorweltlicher Nashorngeschlechter.

Die Pliocenformation, die dritte Abtheilung der Tertiärgruppe, wird als selbstständig unter dem Namen der Subapenninenformation zusammengefaßt, weil sie den Fuß dieses Gebirges an beiden Abhängen begleitet. Sie besteht meistens aus Sandschichten, die mit Mergelschiefern, wovon jene von gelber, diese von bläulicher Farbe, und sich durch einen Reichthum von Seegeschöpfen auszeichnen. Auch treten Süßwasserschichten in ihnen auf, besonders Süßwasserkalk, in denen Säugethierreste mit Haifischzähnen vereint vorkommen. Besonders charakteristisch sind die Gebeine von Mastodonten, Nashorn, Nilpferden, Hirschen, Pferden, Nagethieren, Bären, Hunden, Hyänen, Katzen, Affen, Riesenfaulthiere oder Mylodon, Megatherium, das Riesenkrallenthier Megalonix u. s. w.

Diluvium.

Ueber den Tertiärschichten liegt die Diluvialformation, in welcher Thiere, wie Hirsche, Pferde, Ochsen, Nashörner, Flußpferde, Bären (Höhlenbär) und Hyänen noch der heutigen Schöpfung angehören, zum Theil aber untergegangen sind, wie z. B. eine riesige Katzenart. Ferner Kolosse wie das Mammuth, Mastodon und Mylodon, der Riesenhirsch 2c. Unter den Vögelgattungen ist besonders der Riesenmoa unter den ausgestorbenen Gattungen zu erwähnen. Die Diluvialformation ist aus Schichten zusammengesetzt, die fast nur aus Lehm, Sand, Kies und Geröllen bestehen, sehr lockern Zusammenhang zeigen und fast über das ganze Festland verbreitet sind. Außerdem kommen sie unter Verhältnissen vor, aus denen man eine sehr gewaltsam lange Zeit andauernde Wasserbedeckung früher bereits trocken gelegener Gegenden folgern zu dürfen glaubte, woher sich denn auch die sogenannte vermeintliche Sündfluth erklären läßt. Man hat daher die Sedimente aus der Periode vor der gegenwärtigen geschichtlichen, Diluvialgebilde oder Diluvium genannt und die älteren Schichten als antediluvianische bezeichnet.

Alluvium.

Hiermit bezeichnet man die gegenwärtigen Bildungen; es erscheinen dieselben noch deutlicher als lose Sand- und Schuttlagen mit Lehm und Mergelschichten abwechselnd. Auch sie umschließen fossile Gebeine, aber Arten der Gegenwart, zugleich mit solchen, die aus ältern Schichten losgespült worden sind. Einige der Alluvialschichten, namentlich die Tuffe und Kalksteine des Meeres erreichen eine ziemliche Festigkeit. Als Produkte der Verwitterungen und mechanischen Thätigkeit verschiedener Gewässer sind sie fast alle als Trümmergesteine im weitern Sinne zu betrachten. Als eigenthümliche Produkte der Gegenwart sind aber namentlich die Schichten zu betrachten, welche wir als Dammerde und Torf bezeichnen (siehe specielle Mineralogie).

Die auf unserer Erdoberfläche eingesenkten erratischen oder Wanderblöcke gehören zwar dem Diluvium an, aber sie kommen auch öfters mit Alluvialablagerungen vor. In der Schweiz finden sich Ablagerungen in den Umgebungen von Genf, mit Knochen von noch lebenden Säugethierarten in der Nähe von Aubonne mit Lehm, Grundmuränen nebst erratischen Blöcken, so wie endlich altes Alluvium mit Mammuthknochen. In Nordamerika endlich trifft man Alluvialablagerungen mit Mastodonten und Mammuthknochen; ferner erratische Blöcke im Lorenzterrain oder Meeresablagerungen. Ueberall ist mit diesen erratischen Erscheinungen Glättung und Streifung der Felsen verbunden.

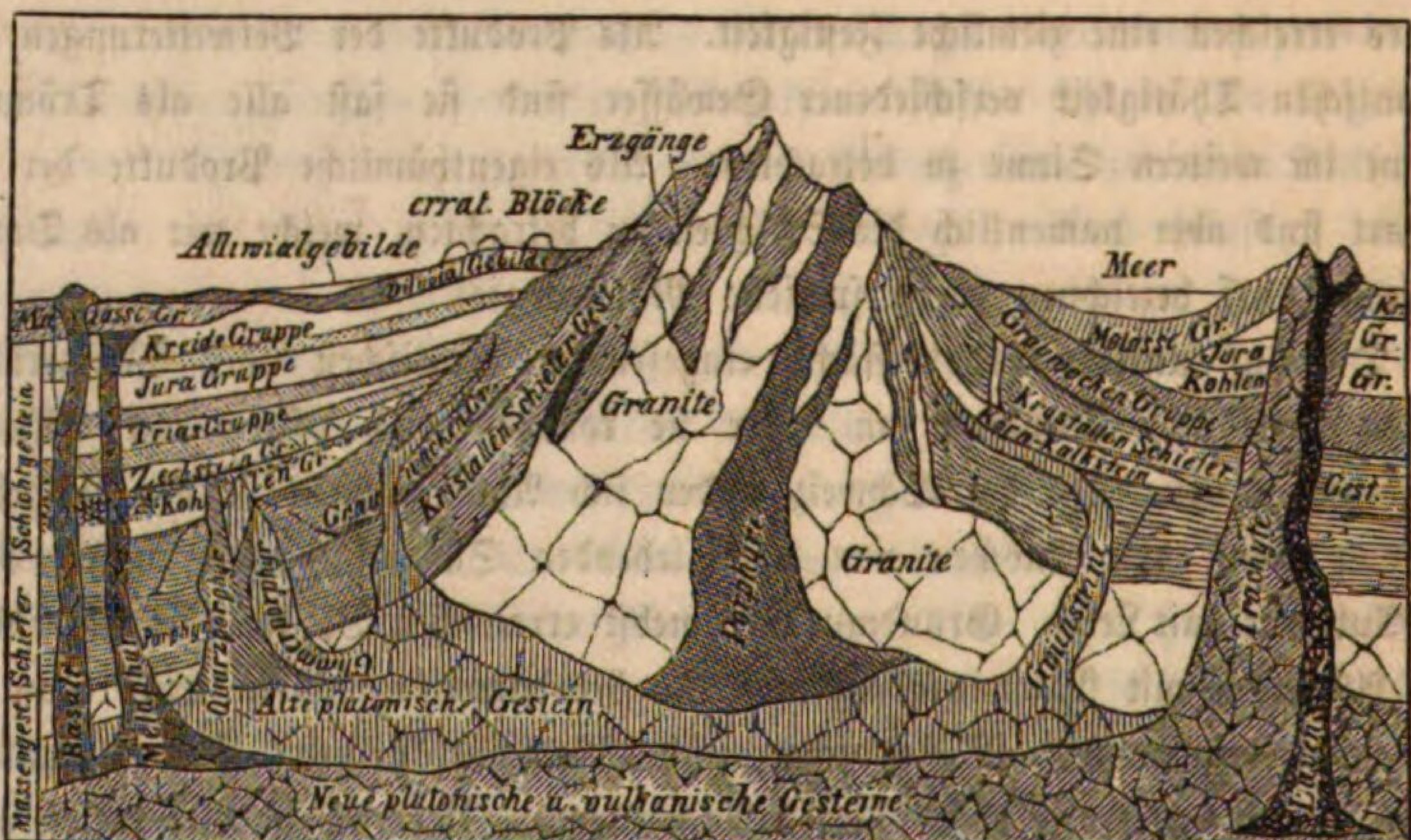
In Deutschland ist die nordische Ebene der Hauptfundort der erratischen Blöcke. Betrachten wir, zur Dammerde zurückkehrend, dieses allgemeinste und jüngste Gebilde, so ist es auf der einen Seite wohl dem Uebergreifen organischer Wesen zu verdanken, auf der andern Seite als das Produkt der

absterbenden Geschöpfe zu betrachten. Sie besteht vorzugsweise aus Thon und Kalk, aus Sandsteinkörnern, Bacillarienhüllen und den verschiedensten Verwitterungsprodukten, denen Reste pflänzlicher und thierischer Organismen beigemegt sind, nachdem sie dem Verwesungsproceß unterworfen waren, und dieses Gemisch von organischen und unorganischen Stoffen ist der eigentliche Boden der Pflanzen. Als Hauptprodukt dieser Zersetzung ist der Humus zu erwähnen.

Mitunter, besonders in feuchten Niederungen, wo die Zersetzungsprodukte sich ansammeln und eine üppige Vegetation veranlassen, geht der Humus in das andere wichtige Produkt der Gegenwart, in den Torf über.

Plutonische und vulkanische Gebilde.

Diese Gebilde, welche von den hier besprochenen neptunischen Gebilden der Schöpfungsperioden wesentlich verschieden sind und in Folge unterirdischer Feuerkräfte des Erdinnern emporgehoben wurden, umfassen die massigen Gesteine: 1) die Gruppe der granitischen Gesteine, den Granit, Gneiß, Syenit ꝛc.; 2) die Gruppe der Quarzporphyre, dichte Feldsteinporphyre, Syenitporphyre; 3) die Grünsteingruppe, Diabase nebst Diabasporphyren, Blättersteinen und Aphaniten, Dioriten, Gabbro, Serpentin; 4) die Basaltgruppe, Melaphyre oder Augitporphyre, Dolerite; 5) die Gruppe der Trachytgesteine. Der specielle Charakter der einzelnen Glieder dieser Gruppen ist bereits in der speciellen Geognosie erwähnt, und die Folge der Lagerung geht aus nachstehender Figur hervor, welche den idealen Durchschnitt eines Theils der Erdrinde darstellt.



Fünftes Buch.

Grundriß

der

Chemie.

Grundriß der Chemie.

Allgemeine Grundbegriffe.

Die Chemie lehrt uns die Zusammensetzung der Körper und die chemische Natur der einfachen Grundstoffe unseres Erdballs kennen, denn alle Körper, welche unseren Planeten zusammensetzen und die darauf lebende Natur ausmachen, sind entweder einfach oder zusammengesetzt. Die zusammengesetzten Körper lassen sich in die einfachen zerlegen, während die letzteren durch kein Mittel zerlegbar sind, weshalb man sie als Grundstoffe oder Elemente bezeichnet, deren Zahl über 62 bis jetzt nicht hinausreicht.

Durch die Vereinigung zweier oder mehrerer Körper entsteht eine chemische Vereinigung, wenn der neugebildete zusammengesetzte Körper hinsichtlich seiner Eigenschaften von seinen Bestandtheilen wesentlich verschieden ist. Das Resultat der Vereinigung ist die chemische Verbindung, welche ihre Bestandtheile in bestimmten Gewichtsverhältnissen enthält.

Die Ursache, welche die chemische Vereinigung ungleichartiger Körper bedingt, ist die chemische Verwandtschaft, welche sich nur zwischen ungleichartigen Theilchen und bei unmittelbarer Berührung derselben wirksam zeigt.

Bei einer jeden chemischen Erscheinung wird die Natur der Körper verändert, z. B. wenn Schwefel und Eisen in fein zertheiltem Zustande innig gemengt, einer Schmelzhitze ausgesetzt werden, so entsteht ein ganz neuer Körper, das Schwefeleisen, eine graue spröde Masse, welche mit verdünnter Schwefelsäure übergossen das faulen Eiern ähnlich riechende Schwefelwasserstoffgas liefert, also eine Eigenschaft besitzt, mit welcher die beiden ursprünglichen Bestandtheile nicht begabt sind.

Eine chemische Verbindung enthält, wie erwähnt, ihre Bestandtheile in bestimmten relativen Gewichtsverhältnissen und diese Verhältnisse nennt man Mischungsgewichte (M.=G.); z. B. 100 Theile Sauerstoff bilden mit 12,5 Theilen Wasserstoff, Wasser. Ferner 16 Theile Schwefel bilden mit 100 Theilen Quecksilber Zinnober. Jeder Ueberschuß des einen oder andern Elements geht nicht in die genannten Verbindungen ein.

Ein jeder Grundstoff hat sein relatives Mischungsgewicht, wie die untenstehende Tabelle darüber belehrt.

Die Mischungsgewichte sind durch genaue Analysen ermittelt worden, indem man eine Einheit (entweder Sauerstoff = 100 oder Wasserstoff = 1) zu Grunde legt.

Die bis jetzt erkannten 62 Elemente mit ihren Zeichen und Mischungsgewichten sind folgende.

Mischungsgewichte.

Grundstoffe.	Zeichen.	Sauerstoff = 100.	Wasserstoff = 1.
Aluminium	Al	171	13,7
Antimon	Sb	1612,8	129
Arsen	As	937,5	75
Baryum	Ba	858 od. 856,7	68,6
Beryllium	Be	87,5	7
Blei	Pb	1294,5	103,5
Bor	B	136	10,9
Brom	Br	1000	80
Cadmium	Cd	696,8	56
Calcium	Ca	250	20
Cerium	Ce	590,7	47
Chlor	Cl	443,3	35,5
Chrom	Cr	335	26,7
Didym	D	600	48
Eisen	Fe	350	28
Erbium	E	?	?
Fluor	Fl	237,5	19
Gold	Au	2455	197
Jod	J	1586	127,1
Iridium	Ir	1232	99
Kalium	K	490	39,2
Kobalt	Co	369 (n. n. B. 375,04)	29,5 (od. 30,003)
Kohlenstoff	C	75	6
Kupfer	Cu	396,6	31,7
Lanthan	La	588	47
Lithium	Li	86,2	6,9
Magnesium	Mg	150	12,2
Mangan	Mn	345	27,6
Molybdän	Mo	600	48
Natrium	Na	287,2	23
Nickel	Ni	369,3 (n. n. B. 362,8)	29,6 (od. 29,025)

Grundstoffe.	Zeichen.	Sauerstoff = 100.	Wasserstoff = 1.
Niobium	Nb	?	?
Norium	Nr	?	?
Osmium	Os	1242,6	99,6
Palladium	Pd	665,4	53,3
Pelopium	Pl	?	?
Phosphor	P	400 (392,041)	32 (oder 31)
Platin	Pt	1232	98,7
Quecksilber	Hg	1250	100
Rhodium	R	652,5	32,16
Ruthenium	Ru	652	52,08
Sauerstoff	O	100	8
Schwefel	S	200	16
Selen	Se	500	40
Silber	Ag	1350	108
Silicium (Kiesel)	Si	262,5	21,2
Stickstoff	N	175	14
Strontium	Sr	348	43,8
Tantal	Ta	1148,4	184
Tellur	Te	801,8	64,2
Terbium	Tb	?	?
Thorium	Th	743,9	39,6
Titan	Ti	312,5	25
Uran	U	750	60
Vanadium	V	856,9	68,6
Wasserstoff	H	12,5	1
Wismuth	Bi	2600	208
Wolfram	W	1150	92
Yttrium	Y	402,3	32,2
Zink	Zn	407,5	32,6
Zinn	Sn	737	59
Zirconium	Zr	420	33,6

Diese Elemente verbinden sich mit einander in einfachen und vielfachen bestimmten Verhältnissen, so verbindet sich z. B. der Schwefel zu einem Mischungsgewicht (von 200 Th.) mit 3 Mischungsgewichten Sauerstoff (300) zu Schwefelsäure, mit 2 Mischungsgewichten Sauerstoff zu schwefliger Säure (200 + 200) 2c.; auch verbinden sich sogar 2 Mischungsgewichte eines Elements mit 3, 5 und 7 Mischungsgewichten eines andern, wie die Besprechung der einzelnen Elemente genauer lehren wird.

Zur Bezeichnung dieser verschiedenen Verhältnisse wählt man die angeführten Zeichen und setzt die betreffenden Mischungsgewichte in kleinen Zahlen zu

denselben, z. B. Schwefelsäure wird durch SO_3 bezeichnet; schweflige Säure durch SO_2.

Ist ein Körper aus verschiedenen näheren Bestandtheilen zusammengesetzt, so schreibt man seine Formeln, indem man die näheren Bestandtheile durch ein , trennt oder durch ein $+$ verbindet, z. B. Kupfervitriol (welcher aus Kupfer, Schwefelsäure und Wasser oder aus Kupfer, Sauerstoff, Schwefel und Wasserstoff besteht) $CuO, SO_3, 5HO$ oder: $CuO + SO_3 + 5HO$. Mitunter pflegt man die Mischungsgewichte des Sauerstoffs auch durch Punkte zu bezeichnen, z. B. anstatt NO_5 für Salpetersäure $\overset{:\cdot:}{N}$ zu setzen; die Mischungsgewichte des Schwefels hingegen durch Kommata, (z. B. eine Verbindung von einem Mischungsgewicht Kalium mit drei Mischungsgewichten Schwefel $= \overset{'''}{K}$) anzugeben.

Specielle Chemie.

So wie es gebräuchlich ist, sämmtliche Naturkörper in organische und unorganische einzutheilen, unterscheidet man auch eine unorganische und organische Chemie. Die erstere beschäftigt sich mit Körpern, die sich im Mineralreiche finden, oder künstlich aus ihren Bestandtheilen dargestellt werden können. Die organische Chemie betrachtet hingegen Körper, welche durch die Verrichtungen des thierischen und pflänzlichen Organismus entstanden sind, oder künstlich durch Behandeln der ursprünglich organischen Erzeugnisse, dargestellt werden.

I. Chemie

der unorganischen Verbindungen. (Unorganische Chemie.)

Die sämmtlichen Elemente pflegt man in Nichtmetalle und Metalle einzutheilen, von denen die letzteren durch eigenthümlichen Metallglanz, Leitungsfähigkeit für Wärme, Elektricität ꝛc. sich von jenen auszeichnen. Zu den Nichtmetallen zählt man: Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff, Stickstoff, Schwefel, Selen, Phosphor, Chlor, Brom, Jod, Fluor, Bor und Kiesel.

Anmerkung. Spec. Gew. bedeutet in dem Vorliegenden: „specifisches Gewicht"; M.-G. oder M.-Gew. Mischungsgewicht.

A. Nichtmetalle.

Sauerstoff.

Ein farbloses, geruch- und geschmackloses Gas von 1,1056 spec. Gew., welches 1774 entdeckt wurde und besonders dadurch ausgezeichnet ist, daß

brennende Körper mit stärkerem Glanz, stärkerer Hitze darin verbrennen, als in gewöhnlicher Luft. Bringt man einen glimmenden Span in eine mit diesem Gase gefüllte Glasröhre, so wird sich derselbe entflammen. Schwefel und Phosphor, namentlich letzterer, brennen darin mit blendendem Licht. Der Sauerstoff unterhält demnach das Verbrennen, aber brennt selbst nicht und ist für den Lebensproceß der Thierkörper unbedingt nothwendig, da er das Leben unterhält — also als ein Verbrennungs- und Lebensunterhalter betrachtet werden kann, weshalb man ihn auch wohl Lebensluft genannt hat.

In der Luft findet er sich zu 23 %, im Wasser zu 89. Ist ein wesentlicher Bestandtheil der Thier- und Pflanzenstoffe und überhaupt das verbreitetste Element.

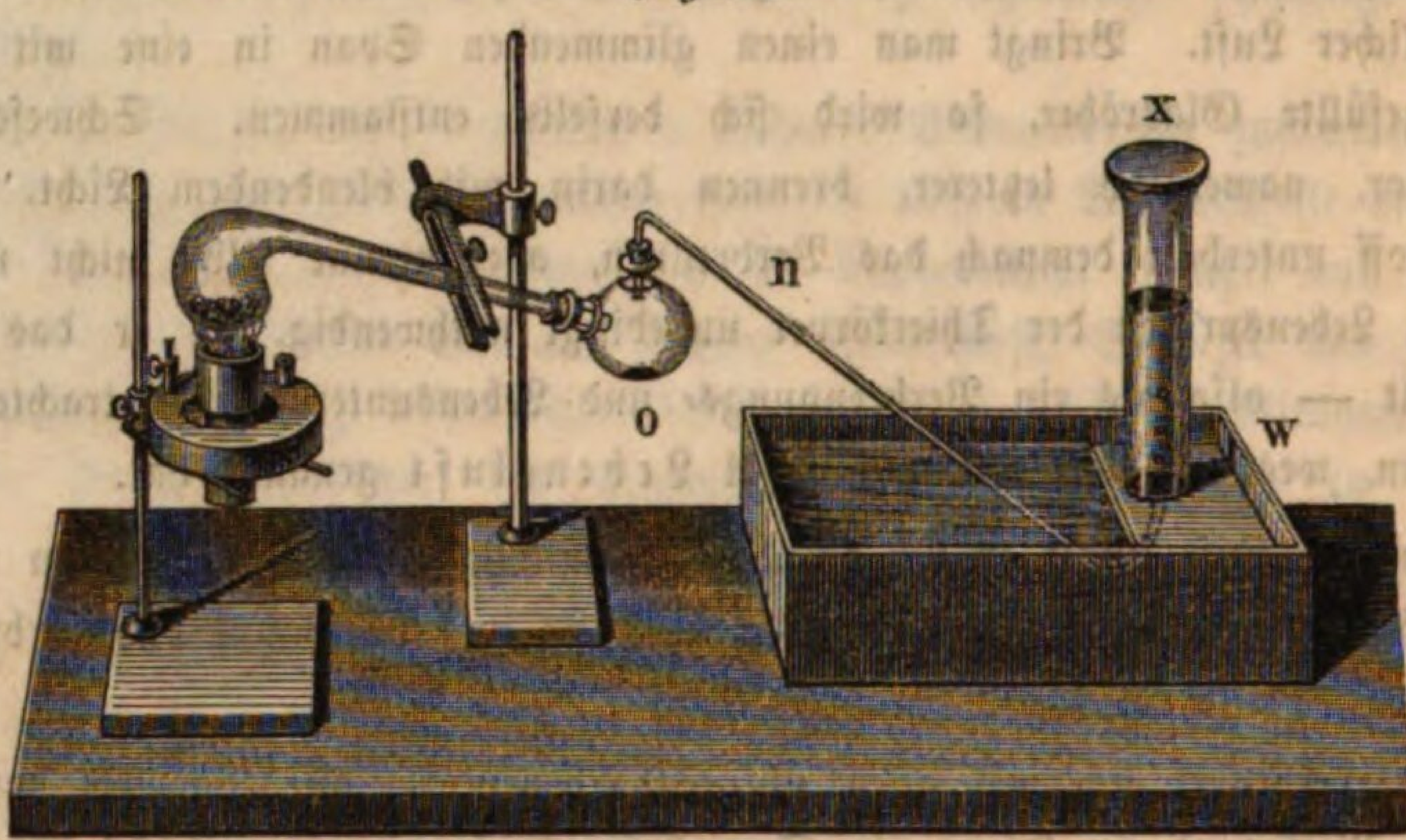
Er verbindet sich mit allen übrigen Elementen, ausgenommen mit dem Fluor. Verbrennt ein Körper in Sauerstoffgas, so vereinigt er sich mit demselben und nimmt dadurch am Gewicht zu. Die Verbindung heißt ein Oxyd und man sagt, der Körper sei oxydirt. Man unterscheidet drei Classen oxydirter Körper: basische Oxyde oder Basen, saure Oxyde oder Säuren, und nichtsalzfähige Oxyde. Die ersteren treten in verschiedenen Stufen auf, von denen die niedrigste Oxydul, die höhere Oxyd heißt, — Basen und Säuren bilden in bestimmten Verhältnissen Körper, die man Salze nennt.

Auch treten in verschiedenen Stufen saure Oxyde auf, z. B. die höchste Oxydationsstufe des Schwefels ist die Schwefelsäure, während es außerdem noch eine Unterschwefelsäure, schweflige Säure, unterschweflige Säure &c. giebt.

Die dritte Classe der Oxyde sind die Ueberoxyde (Super- oder Hyperoxyde) und Unteroxyde (Sub- oder Hypoxyde). Diese nicht salzfähigen oder indifferenten Oxyde sind nur im Stande, dann mit einer Säure ein Salz zu bilden, wenn sie zuvor eine Zersetzung erfahren haben. Die Ueberoxyde enthalten zu viel Sauerstoff, die Unteroxyde zu wenig Sauerstoff. Die erstern geben daher beim Zusammenbringen der Säure Sauerstoff ab und verwandeln sich dadurch in ein basisches Oxyd. Die Unteroxyde nehmen beim Zusammenbringen mit Säuren entweder Sauerstoff von denselben auf, oder zersetzen sich in eine basische Oxydationsstufe und Metall. Der Sauerstoff wird vorzugsweise aus seinen Verbindungen mit gewissen Metallen (aus Metalloxyden) durch Glühen gewonnen, indem dieselben ihren Sauerstoff ganz oder zum Theil abgeben, z. B. Quecksilberoxyd, Braunstein oder Manganüberoxyd, Barytumüberoxyd. Auch andere Verbindungen dienen dazu, besonders das chlorsaure Kali.

Quecksilberoxyd liefert beim Glühen in einer Glasretorte (s. Fig. 1.) Sauerstoff und metallisches Quecksilber. 100 Theile liefern 92 Theile metallisches Quecksilber und 8 Theile Sauerstoff (in Granen ausgedrückt also 8 Gran = 19,2 Cubikzoll). Beifolgender Apparat (s. Fig. 1) versinnlicht die Dar-

Figur 1.



stellung. Das Gas wird unter Wasser in einer Wanne W und einem ebenfalls mit Wasser gefüllten Glascylinder H aufgefangen und verdrängt nun aus diesem letzteren sämmtliches Wasser. Die Kugel o dient als Vorlage zur Aufnahme des metallischen Quecksilbers und die Glasröhre n leitet das Gas in den Cylinder x. Ist derselbe fast entleert, so verschließt man ihn am offenen Ende mit einer Glasplatte und kann dann das Gas zu beliebigen Verbrennungsversuchen verwenden. — Die Darstellung läßt sich aber auch einfach in einer Glasröhre ausführen, indem man das Quecksilberoxyd in derselben über einer Weingeistflamme erhitzt (s. Fig. 2) und während des Erhitzens die Oeffnung der Röhre so lange mit dem Daumen verschließt, bis man fühlt, daß die Röhre mit Gas angefüllt ist. Wählt man Braunstein zur Darstellung, so glüht man denselben am besten in einem Flintenlaufe; es bleibt dabei Manganoxydoxydul zurück: 3 Theile Braunstein (MnO_2) liefern 1 Theil Oxydoxydul (MnO, Mn_2O_3) und 2 Theile Sauerstoff. 100 Theile Braunstein liefern 12,2 Theile Sauerstoff; 3 Theile Braunstein liefern ungefähr 4 Cubikfuß Sauerstoff. Zu demselben Zweck dient auch Braunstein und Schwefelsäure, welche in einem geräumigen Glaskolben, mit einem Gasentbindungsrohre versehen, mit einander gemischt werden. Braunstein = (MnO_2) + Schwefelsäure (SO_3) liefern schwefelsaures Manganoxydul (MnO, SO_3) + Sauerstoff (O).

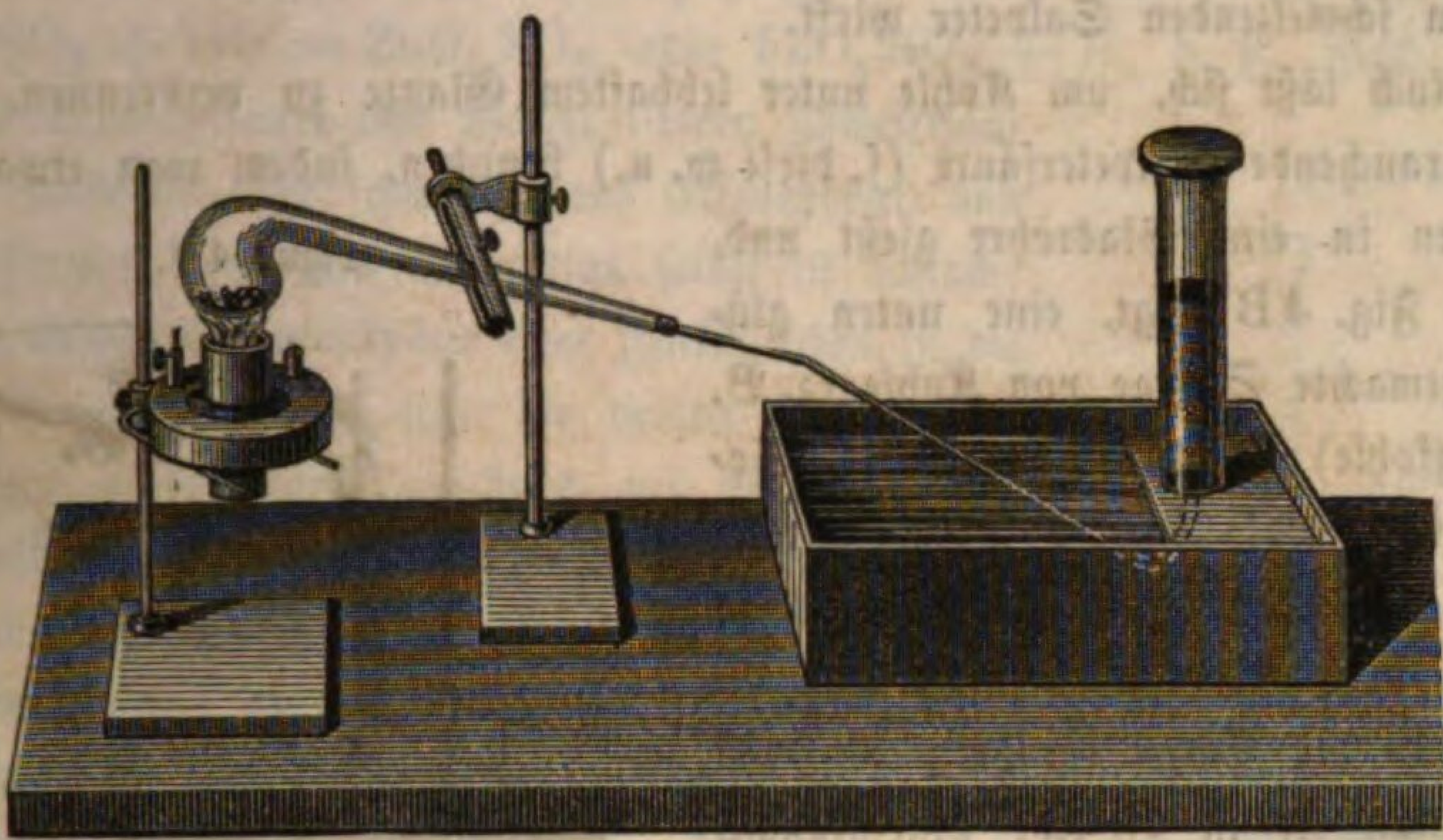
Figur 2.



Chlorsaures Kali (KO, ClO_5) liefert in einer Glasretorte erhitzt Chlorkalium (KCl) und 6 Sauerstoff. — Baryumüberoxyd (BaO_2) liefert durch starkes Erhitzen Baryt (BaO) und Sauerstoff. Zur Gewinnung größerer Mengen wird das Gas in Gasometern aufgefangen. Zur Entwickelung des

Sauerstoffgases aus chlorsaurem Kali kann man den in Fig. 3 abgebildeten Apparat ohne die Kugel o wählen.

Figur 3.



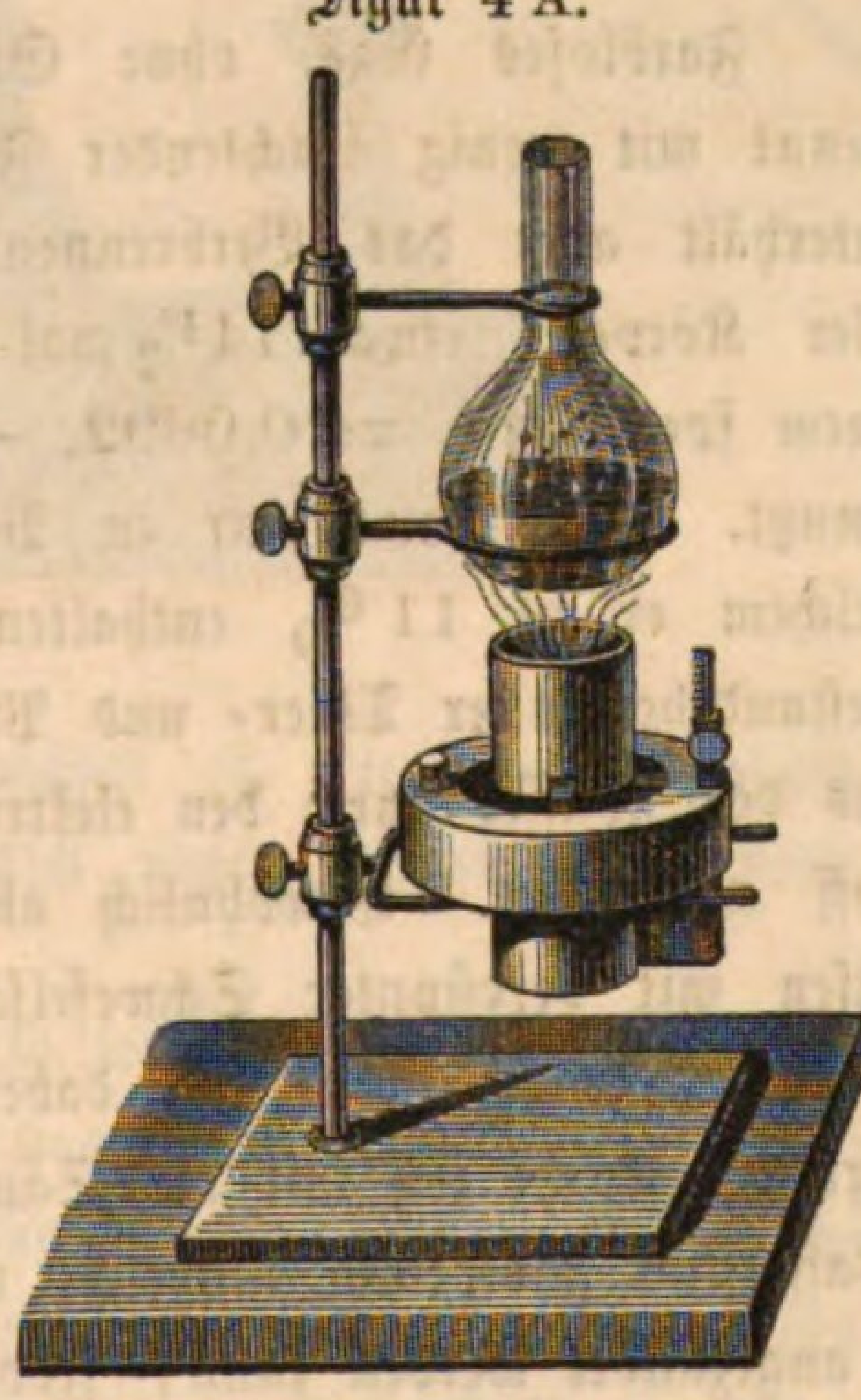
Das Sauerstoffgas läßt sich zu interessanten Versuchen verwenden. Füllt man z. B. eine Glasglocke (s. Fig. 4) mit Sauerstoffgas und bringt einen geglühten, spiralförmig gewundenen Eisendraht, oben an einem auf die Mündung der Glocke gut schließenden Kork befestigt und unten mit geschmolzenem Schwefel oder Zündschwamm versehen, angezündet, in das Gas, so wird derselbe mit starkem weißem Lichte brennen und unter Funkensprühen von Zeit zu Zeit eine Kugel von geschmolzenem Oxyd fallen lassen, bis er ganz verzehrt oder das Sauerstoffgas verbraucht ist.

Figur 4.



Zu derartigen Versuchen eignen sich auch außer dem reinen Sauerstoffgas auch solche Sauerstoffverbindungen, welche den Sauerstoff nicht sehr fest gebunden enthalten, besonders salpetersaure und chlorsaure Salze. Schmelzt man z. B. in einem kleinen Glaskolben (s. Fig. 4 A) etwa $1 — 1^1/_2$ Loth Salpeter (salpetersaures Kali) über einer Weingeistlampe und wirft einige kleine Kügelchen von Holzkohle in denselben, so werden diese, wenn der schmelzende Salpeter hinreichend erhitzt war, lebhaft erglühen, und durch das schmelzende Salz oder vielmehr durch das ausströmende Sauerstoffgas desselben in die Höhe geschleudert werden und in eine hüpfende

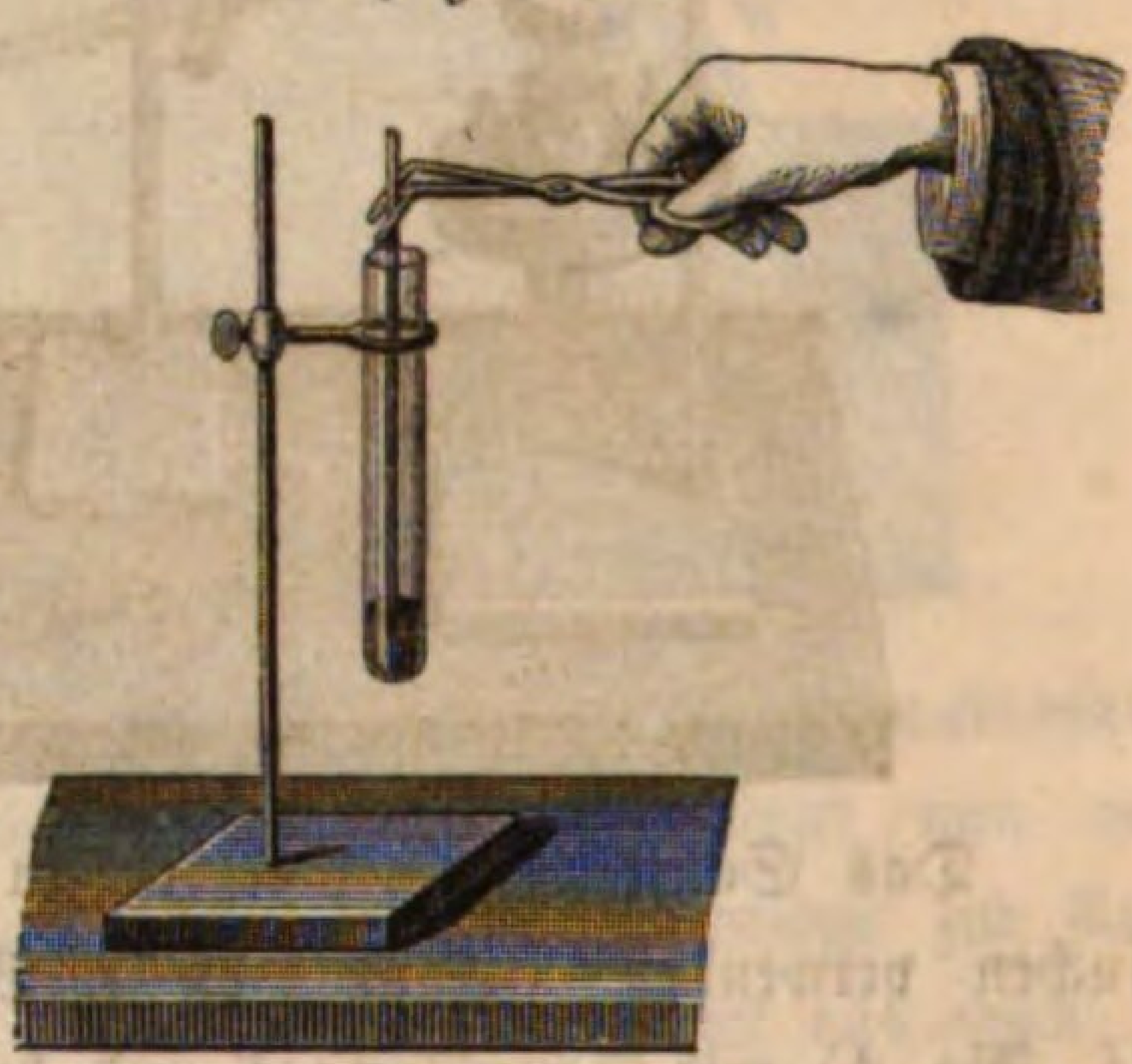
Figur 4 A.



Bewegung gerathen. — Man kann den Versuch auch in einer kleinen Porzellanschale anstellen (wie es vom Verfasser gewöhnlich geschieht) und das Gelingen beschleunigen, indem man einige kleine Stückchen Schwefel von Zeit zu Zeit auf den schmelzenden Salpeter wirft.

Auch läßt sich, um Kohle unter lebhaftem Glanze zu verbrennen, flüssige rothe, rauchende Salpetersäure (s. diese w. u.) benutzen, indem man etwa 1 Loth derselben in eine Glasröhre gießt und, wie es Fig. 4B zeigt, eine unten glühend gemachte Stange von Kohle (z. B. Sprengkohle) über die Säure hält. Sobald diese Kohle in die Dampf-Atmosphäre gelangt, beginnt sie lebhafter zu glühen, noch mehr aber, wenn man die Oberfläche der Säure berührt; ja selbst wenn man sie in dieselbe hineintaucht, fährt sie fort mit herrlicher Flamme zu verbrennen.

Figur 4B.



Ozon,

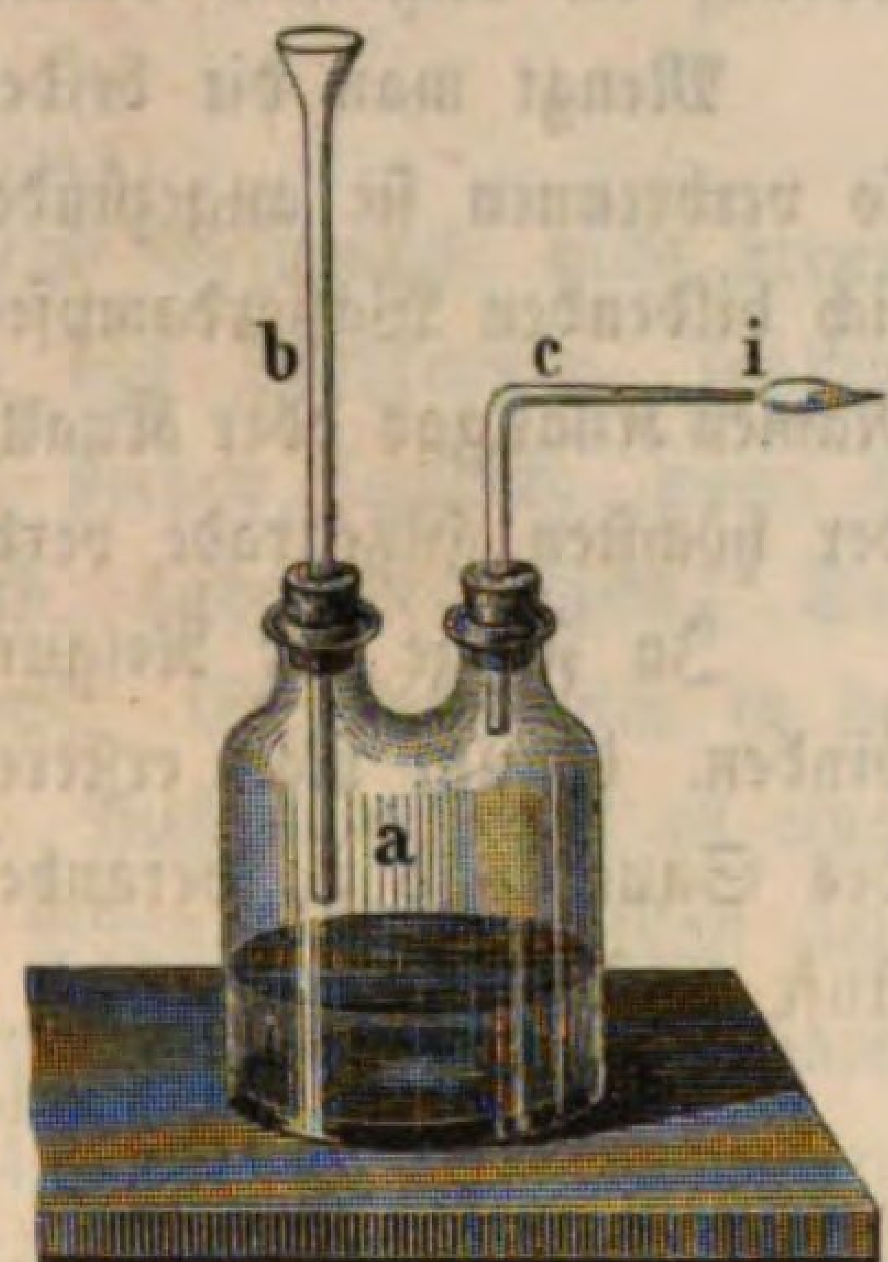
erregter Sauerstoff, soll die Ursache eines eigenthümlichen Geruchs sein, den man an gewissen Orten bemerkt, wo Elektricität ausströmt. Auf chemischem Wege erhält man das Ozon, indem man feuchten Phosphor in atmosphärische Luft bringt oder durch reines Sauerstoffgas einen elektrischen Funken schlagen läßt. — Ozonhaltige Luft zeichnet sich dadurch aus, daß sie auf Pflanzenfarben stark bleichend wirkt.

Wasserstoff.

Farbloses Gas, ohne Geruch und Geschmack, leicht entzündbar, verbrennt mit wenig leuchtender Flamme, unter sehr starker Wärmeentwickelung, unterhält aber das Verbrennen und das Leben nicht; er ist der leichteste aller Körper, etwa $14\frac{1}{2}$ mal leichter, als die atmosphärische Luft, von einem spec. Gew. $= 0{,}0692$. — Er wird daher zur Füllung von Luftballons benutzt. — Kommt nur in Verbindungen vor, hauptsächlich im Wasser, in welchem er zu 11 % enthalten ist. Außerdem bildet er einen wesentlichen Bestandtheil aller Thier- und Pflanzenstoffe. Am einfachsten scheidet man ihn aus dem Wasser durch den elektrischen Strom ab, wobei Wasserstoff und Sauerstoff entweichen. Gewöhnlich aber stellt man ihn dar, indem man Zink oder Eisen mit verdünnter Schwefelsäure in einer Gasentbindungsflasche übergießt. Die Metalle verbinden sich dabei mit dem Sauerstoff des Wassers zu basischen Oxyden, welche sich mit der Säure zu löslichen Salzen vereinigen, während der Wasserstoff gasförmig entweicht und an der Mündung i (s. Fig. 5) der Röhre c angezündet werden kann; jedoch darf das Entzünden erst nach einiger Zeit

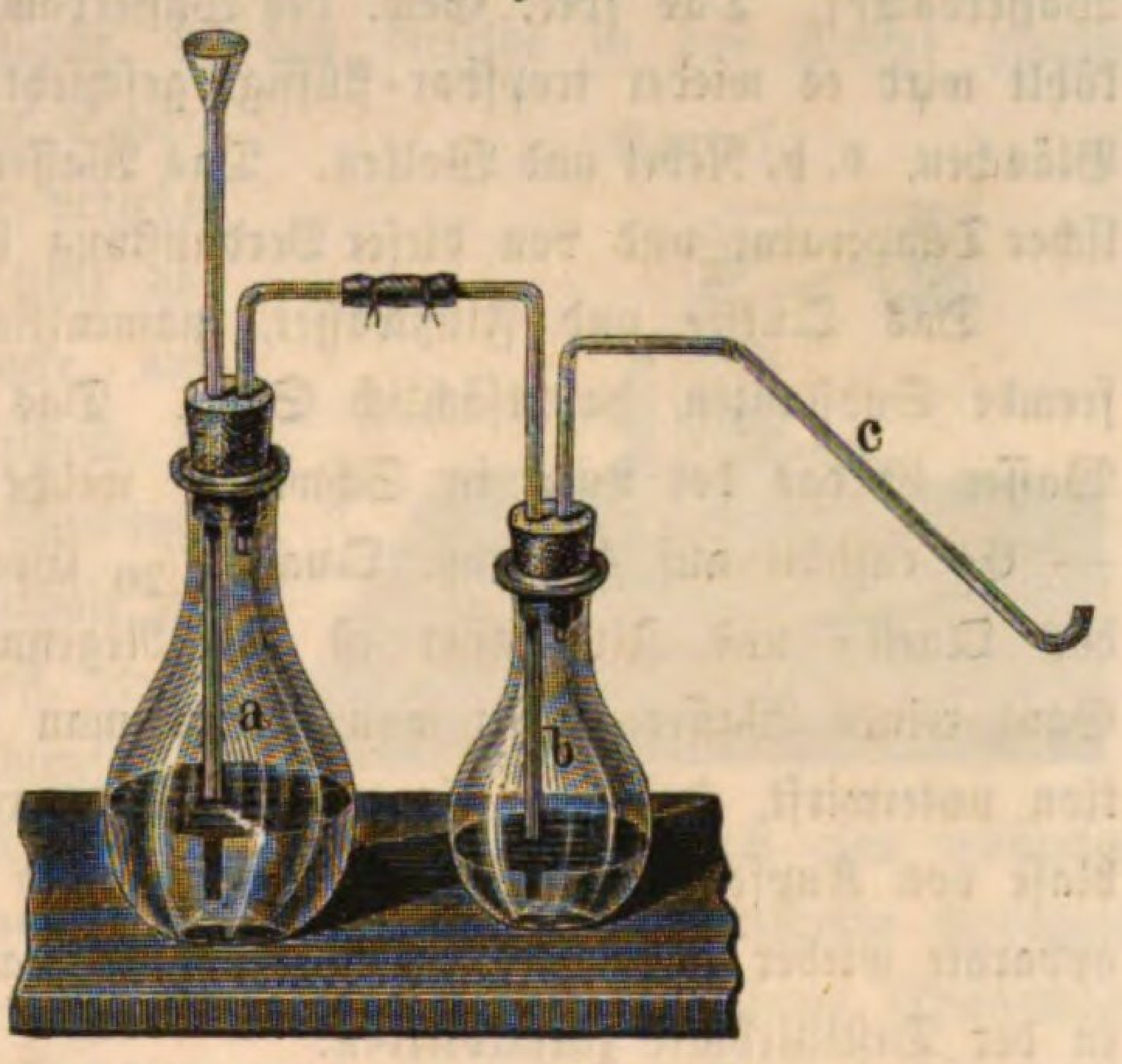
geschehen, damit sämmtliche atmosphärische Luft ausgetrieben wird, widrigenfalls hat man eine Explosion zu befürchten, indem sich Knallgas bildet. Der hierbei stattfindende Proceß läßt sich auf folgende Weise ausdrücken: Zn oder Fe $+ SO_3 + HO = ZnO, SO_3$ oder $FeO, SO_3 + H$, d. h. Zink oder Eisen nebst Schwefelsäure und Wasser liefern schwefelsaures Zinkoxyd oder schwefelsaures Eisenoxydul und Wasserstoff. — Die Operation selbst ist einfach: man bringt Eisenfeilspäne oder Zinkstückchen in die Flasche a (Fig. 5), setzt die beiden Röhren b c mittelst eines Korks luftdicht auf die Mündung derselben und gießt dann die verdünnte Schwefelsäure oder auch zuerst Wasser und dann englische Schwefelsäure durch das Trichterrohr b, worauf sogleich die Gasentwickelung beginnen wird. — Anstatt Schwefelsäure und Wasser kann man auch Salzsäure (Chlor + Wasserstoff) nehmen, wobei das Chlor sich mit dem Metall verbindet, während der Wasserstoff entweicht.

Figur 5.



Soll das Gas rein (frei von schwefliger Säure und Schwefelwasserstoff) erhalten werden, so bedient man sich einer Waschflasche b (Fig. 6), die Kalilauge enthält; wird das Gas hingegen nur trocken gewünscht, so füllt man die Waschflasche mit englischer Schwefelsäure. Endlich läßt sich auch das Wasser zersetzen, indem man Wasserdämpfe über glühendes Eisen leitet, wobei das Eisen oxydirt und der Wasserstoff gasförmig entbunden wird.

Figur 6.



Eine sehr interessante Erscheinung gewährt es, wenn man Kalium auf Wasser wirft, da dasselbe außerordentlich rasch unter schwacher Explosion und Feuerscheinung das Wasser zersetzt.

Wasser. Der Wasserstoff geht nicht so leicht Verbindungen ein, als der Sauerstoff, die interessanteste Verbindung ist das Wasser. Dieses besteht aus Wasserstoff und Sauerstoff und die Verbrennung des Wasserstoffs beruht darauf, daß es sich mit dem Sauerstoff der Luft vereinigt und Wasser bildet. Es verbinden sich genau 2 Maß Wasserstoffgas mit 1 Maß Sauerstoffgas, daher das

symbolische Zeichen H_2O oder dem Gewichte nach 1 M.-G. mit 1 M.-G. (HO), wie es gewöhnlich bezeichnet wird.

Die beiden Gase vereinigen sich zu Wasser erst bei Glühhitze oder durch den electrischen Funken, aber in Berührung mit blankem Platinblech oder schwammigem Platin schon bei gewöhnlicher Temperatur, mit letzterem unter Feuerentwickelung, worauf die allgemein bekannte Döbereiner'sche Zündmaschine sich gründet.

Mengt man die beiden Gase in reinem Zustande im Verhältnisse wie 2 zu 1, so verbrennen sie angezündet in Folge der großen augenblicklichen Ausdehnung des sich bildenden Wasserdampfes mit leisem Knall, weshalb man diesem Gemenge den Namen Knallgas oder Knallluft gegeben hat, und diese Verbrennung ist mit einem der höchsten Hitzegrade verbunden, den man überhaupt hervorbringen kann.

In Folge der Neigung des Wasserstoffs, sich mit dem Sauerstoff zu verbinden, benutzt man ersteren häufig als Reductionsmittel, d. h. ein Metalloxyd des Sauerstoffs zu berauben und es in Metall oder eine niederige Oxydationsstufe zurückzuführen.

Das Wasser kann alle drei Aggregatzustände annehmen, unter 0⁰ ist es fest oder Eis, dessen spec. Gew. 0,94 entspricht; seine höchste Dichtigkeit ist bei + 4⁰; von 0⁰—100⁰ ist es flüssig, bei 100⁰ siedet es, d. h. es verwandelt sich in Wasserdampf. Das spec. Gew. des Wasserdampfes ist 0,622; unter 100 abgekühlt wird es wieder tropfbar-flüssig, geschieht dies in der Luft, so bilden sich Bläschen, d. h. Nebel und Wolken. Das Wasser verdunstet aber auch bei gewöhnlicher Temperatur und von dieser Verdunstung hängt die Feuchtigkeit der Luft ab.

Das Quell- und Flußwasser, namentlich das Meerwasser, enthält stets fremde Substanzen, hauptsächlich Salze. Das bis jetzt als das reinste bekannte Wasser ist das der Loka in Schweden, welche über harten Granitfelsen fließt. — Es enthält auf 4 preuß. Quart $^1/_{20}$ Gran feste Substanzen. Reiner als das Quell- und Flußwasser ist das Regenwasser, mitunter vollkommen rein. Ganz reines Wasser erhält man, wenn man gewöhnliches Wasser der Destillation unterwirft, d. h. in einem Destillirapparate, einer Retorte oder Destillirblase von Kupfer bis zum Sieden erhitzt und den Wasserdampf in einem Kühlapparate wieder zu Wasser verdichtet, wobei dann die unreinen festen Substanzen in der Destillirblase zurückbleiben.

Das Wasser ist für sehr viele Substanzen ein Lösungsmittel, besitzt aber auch die Eigenschaft, sich mit vielen Körpern chemisch und in bestimmten Verhältnissen zu verbinden, d. h. Hydrate zu bilden. Mit basischen Oxyden verbindet es sich als Säure, mit den Säuren als basisches Oxyd. Es verbindet sich ferner mit den meisten Salzen und zersetzt sich in zahlreichen Fällen wechselseitig mit andern zusammengesetzten Körpern.

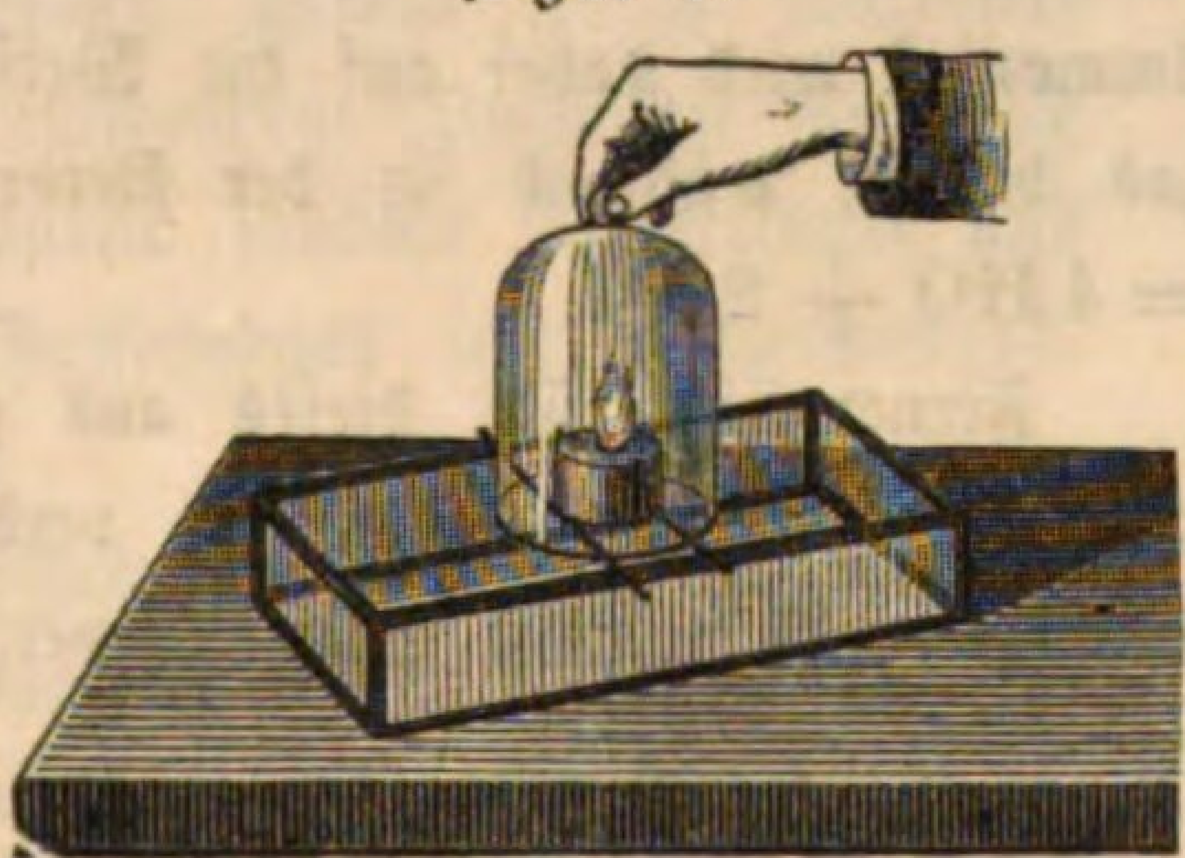
Wasserstoffüberoxyd (HO_2). Eine farblose, ölartige Flüssigkeit von 4,15 spec. Gew., welche Pflanzenfarben bleicht, zusammenziehend schmeckt, eigenthümlich riecht und bei — 30⁰ noch nicht gefriert, aber bei + 20⁰ schon in

Wasserstoff und Sauerstoff zerfällt. Diese Verbindung findet sich nicht in der Natur; man erhält sie, wenn man Barytumüberoxyd (BaO_2) mit Schwefelsäure (SO_3) und Wasser zusammenbringt. Es bildet sich dann schwefelsaurer Baryt, während der freigewordene Sauerstoff des Barytumüberoxydes sich mit Wasser zu Wasserstoffüberoxyd verbindet: $BaO_2 + SO_3 + HO = BaO, SO_3 + HO_2$.

Stickstoff.

Stickstoff ist ein farbloses Gas, ohne Geruch und Geschmack; nicht brennbar, unterhält weder das Leben der Thiere, noch das Verbrennen, sondern brennende Körper verlöschen und lebende Geschöpfe sterben sogleich, wenn sie einer Atmosphäre von reinem Stickstoff ausgesetzt sind; daher der Name. Das Gas ist leichter als die Luft = 0,972 spec. Gew. Es findet sich in der Luft zu 77 Gewichtsprocenten oder 79 Raumtheilen. Außerdem macht es einen wesentlichen Bestandtheil der Thierkörper und vieler Pflanzen aus. Man stellt es dar, indem man der atmosphärischen Luft durch einen leicht oxydirbaren Körper, z. B. Phosphor, Sauerstoff entzieht. Man setzt zu dem Ende auf einen breiten Kork, welcher auf Wasser schwimmt, ein Porzellanschälchen, bringt in dasselbe ein Stückchen angezündeten Phosphors und bedeckt das Ganze mit einer mit Luft angefüllten Glasglocke, so daß dieselbe in das Wasser hineintaucht (s. Fig. 7). So wie der Sauerstoff von dem brennenden Körper verzehrt wird, nimmt das Volumen der Luft ab; das Wasser tritt in die Glocke und füllt etwa $\frac{1}{5}$ derselben an; jedoch ist das auf diese Weise erhaltene Stickstoffgas nicht ganz rein, sondern enthält gewöhnlich unverbrannten Sauerstoff, etwas phosphorige Säure und auch Kohlensäure.

Figur 7.



Reines Gas erhält man vielmehr, wenn man Chlorgas durch eine wässerige Ammoniaklösung leitet, wozu man sich des in Fig. 6 abgebildeten Apparats bedienen kann. In der ersten Flasche a entwickelt man, unter Erwärmen, Chlorgas durch Braunstein und Salzsäure und leitet dieses Gas in die zweite Flasche b, welche das Ammoniak enthält. Das sich entwickelnde Stickstoffgas entweicht durch die angebrachte Gasentbindungsröhre c und kann dann unter Wasser in beliebigen Gefäßen aufgefangen werden, jedoch muß man dafür Sorge tragen, daß stets überschüssiges Ammoniak vorhanden ist, weil sich außerdem eine höchst gefährliche Verbindung, der Chlorstickstoff, bilden könnte. Der Vorgang bei dieser Stickstoffdarstellung ist folgender: Das Ammoniak besteht aus Stickstoff und Wasserstoff (NH_3). Durch Hinzutreten von Chlorgas wird 1 Theil des Ammoniaks zersetzt, der Stickstoff wird frei, während der Wasserstoff mit dem Chlor zusammentritt und mit dem unzersetzten Ammoniak salz-

saures Ammoniak (Chlorammonium, Salmiak) bildet, $4\,NH_3 + Cl = 3\,(NH_3 + Cl\,H) + N$.

Ferner erhält man den Stickstoff auch durch Erhitzen von salpetrigsaurem Ammoniak in einer Retorte und Auffangen des sich entwickelnden Gases: $NH_3, HO + NO_3 = 4\,HO + 2\,N$.

Der Stickstoff bildet eine große Anzahl von Verbindungen. Die wichtigsten sind die mit Sauerstoff und Wasserstoff; mit letzterm bildet er das oben erwähnte Ammoniak (siehe bei den Alkalien). Mit dem Sauerstoff verbindet er sich in fünf Verhältnissen, zu Stickstoffoxydulgas, Stickstoffoxydgas, salpetriger Säure, Untersalpeter und Salpetersäure.

Stickstoffoxydul (Lust- oder Wonnegas NO). Farbloses, schwachriechendes Gas von 1,527 spec. Gew., welches bei einem Druck von etwa 50 Atmosphären flüssig wird, bei -88^{0} siedet, hierbei bis 35^{0} abkühlt und dabei krystallinisch erstarrt. Brennbare Körper, wie Kohle, Phosphor; Eisen, ein Span brennen in demselben mit ähnlichem Glanze wie im Sauerstoffgase. Mit Wasserstoffgas gemengt und angezündet verbrennt es unter Explosion. Es wirkt eingeathmet berauschend und hat daher den obigen Namen Wonnegas erhalten. Man stellt es am besten dar, indem man salpetersaures Ammoniak in einer Retorte, wie sie beim Sauerstoff angegeben worden ist, vorsichtig erhitzt und unter warmem Wasser oder Kochsalzlösung auffängt. Das salpetersaure Ammoniak wird dabei auf die Weise zerlegt, daß sich Wasser und Stickoxydulgas bilden, während in der Retorte nichts zurückbleibt: $NH_3, HO + NO_5 = 4\,HO + 2\,NO$.

Ferner läßt sich dieses aus gleichen Mischungsgewichten bestehende Gas durch Auflösen von Zink in verdünnter Salpetersäure durch Reduction des Stickstoffoxyds mittelst Schwefelleber, schwefligsaurer Salze, angefeuchteter Eisenfeile u. s. w. erhalten.

Stickoxyd (NO_2). Farbloses, in Wasser wenig lösliches, nicht condensirbares Gas von 1,039 spec. Gew., welches das Athmen nicht unterhält und durch die Eigenschaft ausgezeichnet ist, daß es selbst in der Kälte sich mit 1 M.-G. Sauerstoffgas in dunkelrothe Dämpfe verwandelt, welche aus salpetriger Säure bestehen. Angewendete Kohle und brennender Phosphor brennen in dem Stickoxydgase fast ebenso lebhaft fort, wie im Sauerstoffgase. Von einer Auflösung von schwefelsaurem Eisenoxydul wird das Gas vollständig verschluckt und die entstandene Flüssigkeit ist von dunkelbrauner Farbe. Durch Eisen, Zink, Schwefelleber, schwefligsaure Salze rc. wird das Gas zu Oxydul reducirt. Salpetersäure verschluckt dieses Gas unter eigenthümlicher Farbenveränderung. Zur Darstellung des Stickoxydgases kann man Kupferblech in einer Gasentwickelungsflasche mit gewöhnlicher Salpetersäure übergießen, wobei $^1/_4$ der Säure in Stickoxydgas und das Metall in salpetersaures Salz verwandelt wird: $4\,NO_5 + 3\,Cu = NO_2 + 3\,Cu\,O, NO_5$.

Ferner läßt sich das Stickoxydgas sehr rein durch Erhitzen von salpetersaurem Kali mit einer durch Salzsäure versetzten Lösung von Eisenchlorür darstellen.

Salpetrige Säure (NO_3). Eine dunkelblaue, höchst flüchtige Flüssigkeit, welche ein tief gelbrothes Gas von eignem, heftigem Geruch bildet. Zersetzt sich mit Wasser theilweise in Stickoxydgas und Salpetersäure.

Die salpetrige Säure bildet sich beim Vermischen von 4 Vol. Stickoxydgas mit 1 Vol. Sauerstoffgas oder bei Zersetzung des Stärkemehls mit erwärmter Salpetersäure. Die sich auf diese Weise bildenden rothen Dämpfe müssen zur Verdichtung sehr stark abgekühlt werden.

In Verbindung mit Basen bildet die salpetrige Säure salpetrigsaure Salze, welche durch Glühen von gewissen salpetersauren Salzen, z. B. Kalisalpeter, oder aus dem Natronsalze durch doppelte Zersetzung erhalten werden können.

Untersalpetersäure (NO_4) (eigentlich salpetrige Salpetersäure). In vollkommen reinem Zustande bildet dieser im Ganzen unvollständig bekannte Körper bei — 20^0 farblose Krystalle, welche bei — 9^0 zu einer Flüssigkeit von 1,451 spec. Gew. schmelzen. Die anfänglich farblose Flüssigkeit färbt sich bei zunehmender Temperatur gelb und verwandelt sich bei $+ 20^0$ in dunkel-pomeranzengelbe Dämpfe. Mit Wasser zusammengebracht, zerfällt sie in Salpetersäure, salpetrige Säure und Stickstoffoxyd; die entstandene Flüssigkeit färbt sich grün. Mit Basen bildet sie keine untersalpetersauren, sondern salpetersaure und salpetrigsaure Salze. Sie entsteht, wenn Stickstoffoxydgas und Sauerstoffgas, letzteres im Ueberschuß, zusammengebracht werden.

Man erhält sie am einfachsten durch Erhitzen von entwässertem salpetersaurem Bleioxyd in einer Porzellanretorte; das entweichende Gemenge von Untersalpetersäure und Sauerstoff wird in einer bis auf — 20^0 abgekühlten Vorlage aufgefangen, in der sich die Säure verdichtet, während der Sauerstoff entweicht.

Salpetersäure (NO_5) (im gewöhnlichen Leben Scheidewasser genannt) ist als solche im wasserhaltigen Zustande eine farblose, eigenthümlich riechende, höchst ätzende, rauchende Flüssigkeit von 1,521 spec. Gew., welche die Haut gelb färbt, alle organischen Substanzen zerstört und bei $+ 86^0$ siedet. Sie zieht aus der Luft Wasser an und ist mit Wasser in allen Verhältnissen mischbar. In diesem hydratischen Zustande enthält sie 14,25 % oder 1 M.-G. Wasser $= NO_5 + HO$. Außerdem existiren auch noch andere Hydrate mit 2 und 4 M.-G. Wasser auf 1 M.-G. Säure und 9 M.-G. Wasser auf 2 M.-G. Säure. In wasserfreiem Zustande bildet die Salpetersäure farblose Prismen, welche sehr flüchtig, leicht schmelzbar und sehr leicht zersetzbar sind.

Die Salpetersäure ist eine der stärksten Säuren, aber sehr leicht zersetzbar;

durch concentrirte Schwefelsäure zerfällt sie in Sauerstoffgas und gelb-rothe Dämpfe. Ebenso wirkt das Sonnenlicht, jedoch nur allmälig, weshalb die farblose Säure im Sonnenlichte gelb wird. In starker Glühhitze zerfällt sie in Sauerstoffgas, Stickstoff und Wasser. Auf dieser leichten Zersetzbarkeit beruht ihre Fähigkeit, die meisten oxydirbaren Körper zu oxydiren und viele Metalle aufzulösen; daher ihre häufige Anwendung zur Oxydation der Körper auf nassem Wege. Durch Abgabe ihres Sauerstoffs an Metalle wird sie meistens zu Stickoxydgas reducirt, welches in Gasform weggeht, während sich die gebildeten Metalloxyde in dem andern Theile unzersetzter Säure auflösen.

Die Salpetersäure findet sich mit Basen verbunden im Pflanzen- und Mineralreiche. Als salpetersaures Ammoniak kommt sie im Regenwasser nach Gewittern vor, in welchem sie nach ihren Elementen, unter Mitwirkung des Wassers und Blitzes, entstanden ist. Die meiste Salpetersäure, welche in der Natur vorkommt, ist als ein secundäres Product, entstanden durch Oxydation des Ammoniaks, zu betrachten. Wenn nämlich stickstoffhaltige thierische Substanzen in Fäulniß übergehen, so erzeugt sich außer andern Fäulnißproducten Ammoniak (NH_3); geht die Fäulniß aber vor sich bei Gegenwart von atmosphärischer Luft, hinreichendem Wasser und einer Base von Kalk, Kali, Natron, so oxydirt sich das Ammoniak auf Kosten des Sauerstoffs der Atmosphäre. Dieser letztere verbindet sich mit der vorhandenen Base zu salpetersauren Salzen, woher es dann kommt, daß überall, wo Düngerstätten sich befinden, in der unter den Ställen gelegenen Erde in der Ackerkrume 2c. sich salpetersaure Salze finden.

Zur Darstellung der wasserhaltigen Salpetersäure wählt man ein salpetersaures Salz, salpetersaures Kali oder Natron, aus welchem man durch eine stärkere Säure, gewöhnlich Schwefelsäure, mittelst Destillation die Salpetersäure austreibt. Man nimmt zu dem Ende 100 Gewichtstheile salpetersaures Kali und übergießt diese Menge in einer Retorte mit 97 Theilen concentrirter Schwefelsäure; hat man die Retorte mit einer Vorlage verbunden und erhitzt dann die erstere, so wird in der letzteren sich die Salpetersäure farblos oder schwach-gelb ansammeln, während in der Retorte saures oder zweifach-schwefelsaures Kali zurückbleibt. Würde nur die Hälfte Schwefelsäure genommen, so bliebe anfangs die Hälfte des Salpeters unzersetzt, indem sämmtliche Schwefelsäure mit dem Kali der andern Hälfte ein saures Salz bildet, dessen freie Säure erst bei so hoher Temperatur auf den noch unzersetzten Salpeter wirkt, daß dabei ein großer Theil der Salpetersäure in Sauerstoffgas und rothen Dampf von salpetersaurem Stickoxyd zerfällt, welches letztere in der Salpetersäure aufgelöst bleibt und sie dunkel-rothgelb färbt. Es muß daher das obige Verhältniß gewählt werden, damit sich zweifach-schwefelsaures Kali bilden kann, während bei der Hälfte Schwefelsäure nur neutrales Salz erzielt werden würde. Der Vorgang läßt sich auf folgende Weise versinnlichen: $KO, NO_5 + 2SO_3, HO$

$= KO, 2 SO_3, HO + NO_5, HO$. Die wasserfreie Säure wird durch Einwirkung von trocknem Chlorgas auf salpetersaures Silberoxyd erhalten.

Rauchende rothe Salpetersäure bildet sich, wenn gleiche Mischungsgewichte Salpeter und Schwefelsäure mit einander destillirt werden, wobei neutrales schwefelsaures Kali zurückbleibt. Die übrige Zersetzung geht aus Obigem hervor. Die Säure ist gelb oder gelbroth gefärbt, stößt an der Luft rothbraune Dämpfe aus und gefriert bei -49^0 zu einer rothbraunen Masse.

Die Salpetersäure verbindet sich mit Basen zu salpetersauren Salzen. Die neutralen Salze der Salpetersäure sind alle in Wasser löslich; die basischen zuweilen unlöslich; in der Wärme werden sie sämmtlich zerlegt. In den neutralen salpetersauren Salzen verhält sich der Sauerstoff der Base zu dem der Säure wie 1 zu 5.

(Die sehr wichtige Verbindung des Stickstoffs mit dem Kohlenstoff, welche Cyan genannt worden ist, wird in der organischen Chemie Erwähnung finden.)

Kohlenstoff.

Der Kohlenstoff, welcher sich in freiem Zustande als Diamant und Graphit, mit Sauerstoff verbunden als Kohlensäure, theils frei, theils an Basen gebunden in der Natur findet und einen wesentlichen Bestandtheil aller organischen Körper ausmacht, ist eins der häufigsten vorkommenden Elemente. In reinem Zustande kommt er in drei verschiedenen Zuständen vor, nämlich als Diamant, Graphit und als amorphe Kohle. Die specielle Mineralogie lehrt uns die beiden ersten Zustände kennen. Der Diamant ist der geschätzteste Edelstein, der härteste aller Körper und krystallisirt mit der Grundform des regelmäßigen Octaëders, aber in der Regel mit gekrümmten Flächen. Er ist Nichtleiter der Elektricität, besitzt einen ausgezeichneten Glanz und ein bedeutendes Lichtbrechungsvermögen. Der Graphit ist ebenfalls rein-krystallinischer Kohlenstoff, aber mit anderer Grundform als der Diamant, zuweilen eisenhaltig schwarz, metallisch glänzend, Leiter der Elektricität 2c.; schwerer verbrennbar in Sauerstoffgas als der Diamant (siehe Mineralogie). Die organische Kohle ist derjenige Kohlenstoff, welcher mit Sauerstoff, Wasserstoff und einigen andern Elementen die Grundlage der organischen Welt bildet. Alle organischen Stoffe werden in der Glühhitze zerstört und der größte Theil ihres Kohlenstoffgehalts bleibt, bei Ausschluß der Luft, als organische Kohle amorph zurück; so wird die gewöhnliche Holzkohle durch Verkohlung des Holzes in Meilern, der Koke durch Verkohlung in Oefen erhalten. Die äußere Beschaffenheit der Kohle ist sehr verschieden und hängt von dem Aggregatzustande ab, welchen der Stoff, worin sie entstand, im Augenblicke der Zersetzung hatte. Steinkohle, hartes und weiches Holz, Zucker, Oel, liefern alle verschieden aussehende Kohle bei wesentlich gleicher innerer Natur. Stets ist die organische Kohle schwarz und undurchsichtig, amorph zuweilen dicht, halb-metallglänzend, theils ein zartes

Pulver, meistens eine feste poröse Masse. Als gewöhnliche Holzkohle ist sie schlechter Wärmeleiter, dagegen Leiter für die Elektricität. An der Luft verändert sie sich nicht, wenn sie rein ist; mit andern Körpern verbunden wie in dem organischen Reiche, geht sie an der Luft nach und nach in Gase, in Kohlenwasserstoff und Kohlensäure über und es bleibt ein schwarzbrauner, kohlenstoffreicher Rückstand, Humus oder Moder genannt; in der Hitze verbrennt sie an der Luft, je nachdem sie in hinreichender Menge vorhanden ist oder nicht, zu Kohlenoxydgas oder Kohlensäure und hinterläßt fremde (unorganische) Bestandtheile als Asche.

In Folge ihrer Porosität besitzt sie die Eigenschaft, Feuchtigkeit und gasförmige Körper zu verschlucken. Ferner hat sie die Eigenthümlichkeit, viele Stoffe, namentlich Farb- und Riechstoffe, aus ihrer Auflösung anzuziehen und an sich zu befestigen, worauf ihre Anwendung zur Reinigung von Flüssigkeiten, zur Beseitigung des Geschmacks von faulem Wasser und zur Erhaltung des Fleisches beruht.

Die sogenannte thierische Kohle entsteht durch Verkohlung organischer stickstoffhaltiger Substanzen, ist meistens von geschmolzenem Ansehen und glänzend, schwerer verbrennbar als Holzkohle und von dieser hauptsächlich durch einen Gehalt an Stickstoff abweichend. Außerdem besitzt sie noch in einem höheren Grade als die Pflanzenkohle, die Eigenschaft, aufgelöste Stoffe zu fällen, weshalb sie in ausgedehntem Maße als Beinschwarz (gebrannte, gepulverte Knochen) in der Zuckerraffination Anwendung findet.

Verbindungen des Kohlenstoffs.

Mit dem Sauerstoff vereinigt sich der Kohlenstoff in verschiedenen Verhältnissen; in der Glühhitze hat er zu ihm ein größeres Vereinigungsstreben als die übrigen Stoffe und entzieht z. B. den meisten Metalloxyden den Sauerstoff. Er kann sich mit dem Sauerstoff in sieben Verhältnissen verbinden, von denen die wichtigsten das Kohlenoxydgas, die Kohlensäure, Oxalsäure oder Kleesäure sind, welche letztere in die Reihe der organischen Verbindungen gehört. Mit der kleinsten Menge Sauerstoff bildet er das Kohlenoxydgas, welches aus gleichen Mischungsgewichten Kohlenstoff und Sauerstoff besteht.

Kohlenoxydgas (CO). Ein permanentes, geruch- und geschmackloses Gas, leichter als die atmosphärische Luft (von 0,967 spec. Gew.). Es unterhält weder das Verbrennen, noch das Athmen, ist aber selbstentzündlich und verbrennt mit hellblauer Flamme zu Kohlensäure. 1 Maß Kohlenoxydgas nimmt dabei $^1/_2$ Maß Sauerstoffgas auf und giebt 1 Maß Kohlensäuregas. Das Kohlenoxydgas ist in Wasser unlöslich, leicht löslich aber in einer Auflösung von Kupferchlorür in Salzsäure. Dieses entsteht stets beim Verbrennen höherer Kohlenschichten und bildet die über denselben erscheinende bläuliche Flamme. Das Kohlenoxydgas findet sich nicht in der Natur; man erhält es, wenn man

der Kohlensäure die Hälfte ihres Sauerstoffs entzieht, indem man dieselbe über glühende Kohle leitet, wobei dann die Kohle 1 M.-G. Sauerstoff von der Kohlensäure aufnimmt und in 1 M.-G. Kohlenoxydgas übergeht, ferner, indem man, wie erwähnt, gewisse Metalle oder auch Kreide mit Kohle glüht. Am leichtesten erhält man das Kohlenoxydgas jedoch durch Uebergießen von Oxalsäure mit concentrirter Schwefelsäure in einer Glasröhre (wie eine solche in Figur 2 abgebildet ist) oder Retorte und Erhitzen des Gemisches über einer Weingeistlampe. Die Oxalsäure besteht nämlich aus $C_2 O_3$ + Wasser und kann ohne Wasser nicht bestehen; wird ihr daher dieses durch die Schwefelsäure entzogen, so zerfällt sie in Kohlensäure und Kohlenoxydgas, denn $C_2 O_3 = CO_2$ (Kohlensäure) und CO (Kohlenoxydgas).

Kommt es nur darauf an, sich von der Brennbarkeit dieses Gases zu überzeugen, so kann man die Zersetzung in einer Glasröhre vornehmen. Schließt man diese im Anfange des Erhitzens an ihrem offenen Ende mit dem Finger, so wird sich dieselbe bald mit Kohlensäure und Kohlenoxydgas anfüllen. Letzteres, als leichteres Gas, wird in den obern Theil der Röhre steigen und nachdem der Verschluß gehoben, durch einen brennenden Fidebus angezündet mit blauer Flamme brennen. Soll aber das Gas rein erhalten werden, so muß man eine Glasretorte zur Zersetzung wählen und die sich entwickelnden Gase unter Wasser in einer Glasröhre auffangen, die mit einer verdünnten Aetzkalilösung angefüllt ist. Dieses Gasgemenge wird dann, indem es durch die Kalilösung strömt, der Kohlensäure beraubt, weil sich kohlensaures Kali bildet, und das Kohlenoxydgas wird in reinem Zustande aufgefangen. — Als Apparat kann man einen, ähnlich den beim Sauerstoff angeführten, anwenden.

Kohlensäure (CO_2). Ein farbloses Gas von schwach säuerlichem Geschmack und Geruch, röthet blaues Lackmuspapier schwach vorübergehend, ist etwa um die Hälfte schwerer als die atmosphärische Luft (von 1,529 spec. Gew.), nicht brennbar und kann das Brennen und Athmen nicht unterhalten; wirkt in reiner Gestalt eingeathmet tödtlich. Des hohen spec. Gew. wegen läßt sich dieses Gas aus einem Gefäße in das andere gießen, was man an dem Verlöschen einer brennenden Kerze, über welche man Kohlensäure gießt, zeigen kann. Unter einem Druck von 36 Atmosphären bei 0^0 wird das Gas zu einer dünnen, farblosen, mit Wasser nicht verdünnbaren Flüssigkeit verdichtet, welche durch Wärme ausdehnbarer ist, als das Gas; bei -8^0 ist ihr spec. Gew. 0,98; bei $+27^0$ ist es 0,72; bei ihrer Verdunstung erzeugt sie eine Kälte von -79^0, wobei die übrige Säure selbst zu einer Schnee-ähnlichen Masse erstarrt. Die Kohlensäure, bei gewöhnlicher Temperatur ein Gas, kann demnach auch flüssig und fest erhalten werden. — In flüssiger Form läßt sie sich durch Zusammenpressen vermittelst einer Druckpumpe darstellen. In einem Glasrohre bis zu -70^0 abgekühlt, erstarrt sie zu einer klaren festen Masse.

Das Kohlensäuregas ist in Wasser löslich. Bei gewöhnlichem Druck und

gewöhnlicher Temperatur wird es vom Wasser zu einem gleichen Volumen verschluckt, bei erhöhtem Druck kann aber das Wasser auch das 3—4fache des Volumens aufnehmen. Dieses kohlensäurehaltige Wasser hat einen schwach säuerlichen, angenehmen Geschmack, röthet blaues Lackmuspapier und verliert dann beim Stehen an der Luft oder beim Kochen sein sämmtliches Gas. Die beliebten moussirenden Getränke, wie Bier, Champagner oder natürliche und künstliche Mineralwasser erhalten durch Vorhandensein an Kohlensäure ihren angenehmen Geschmack. Selbst das gewöhnliche Quell- und Brunnenwasser enthält stets mehr oder weniger Kohlensäure. Außerdem findet sich dieses Gas in der Luft, in der Nähe von Vulkanen und in gebundenem Zustande in vielen Mineralien. Sie bildet sich bei Gährungs- und Fäulnißprozessen und kann sich wegen ihrer Schwere in verschlossenen Räumen lange am Boden erhalten, sich in Brunnen, Böden und Kellern, durch Gährung, Fäulniß 2c. in solcher Menge ansammeln, daß sie erstickend wirkt. Die bekannte Dunsthöhle bei Pyrmont und Hundsgrotte bei Neapel sind fortwährend mit Kohlensäure angefüllt, so daß lebende Wesen sich nicht hineinwagen dürfen, ohne des Todes gewiß zu sein.

Die Kohlensäure ist ferner eine der schwächsten Säuren und wird von den meisten übrigen aus ihren Verbindungen ausgetrieben. Weil sie gasförmig ist, so verursacht ihr Entweichen aus anderen Flüssigkeiten ein Aufbrausen. Kommt sie mit Kalkwasser in Berührung, so trübt sie dasselbe und schlägt pulverförmigen, kohlensauren Kalk nieder, wodurch sie sich leicht von andern Gasarten unterscheiden läßt. Sie verbindet sich mit Basen zu kohlensauren Salzen, welche theils löslich, theils unlöslich sind. Die unlöslichen lösen sich in kohlensäurehaltigem Wasser.

Die Kohlensäure bildet sich, wie aus Obigem hervorgeht, beim Verbrennen kohlenstoffhaltiger Substanzen bei der Gährung und Fäulniß und ist auch ein Ausathmungsproduct. Die gebräuchlichste Darstellung ist jedoch die aus irgend einem kohlensauren Salze. Gewöhnlich bedient man sich des kohlensauren Kalks (Kreide oder Marmor) und zersetzt denselben mit verdünnter Schwefelsäure oder Salzsäure. Das sich stürmisch entwickelnde Gas fängt man in einem Gefäße unter Wasser auf. Nimmt man Schwefelsäure, so bildet sich schwefelsaurer Kalk: $CaO\,CO_2 + SO_3 = CaO, SO_3 + CO_2$. Nimmt man Salzsäure, so bildet sich außer Kohlensäure Chlorcalcium und Wasser $Ca\,CO_2 + Cl\,H = CO_2 + Ca\,Cl + HO$. Auch kann man ferner z. B. Soda und Essig zur Darstellung wählen.

Verbindungen des Kohlenstoffs mit Wasserstoff.

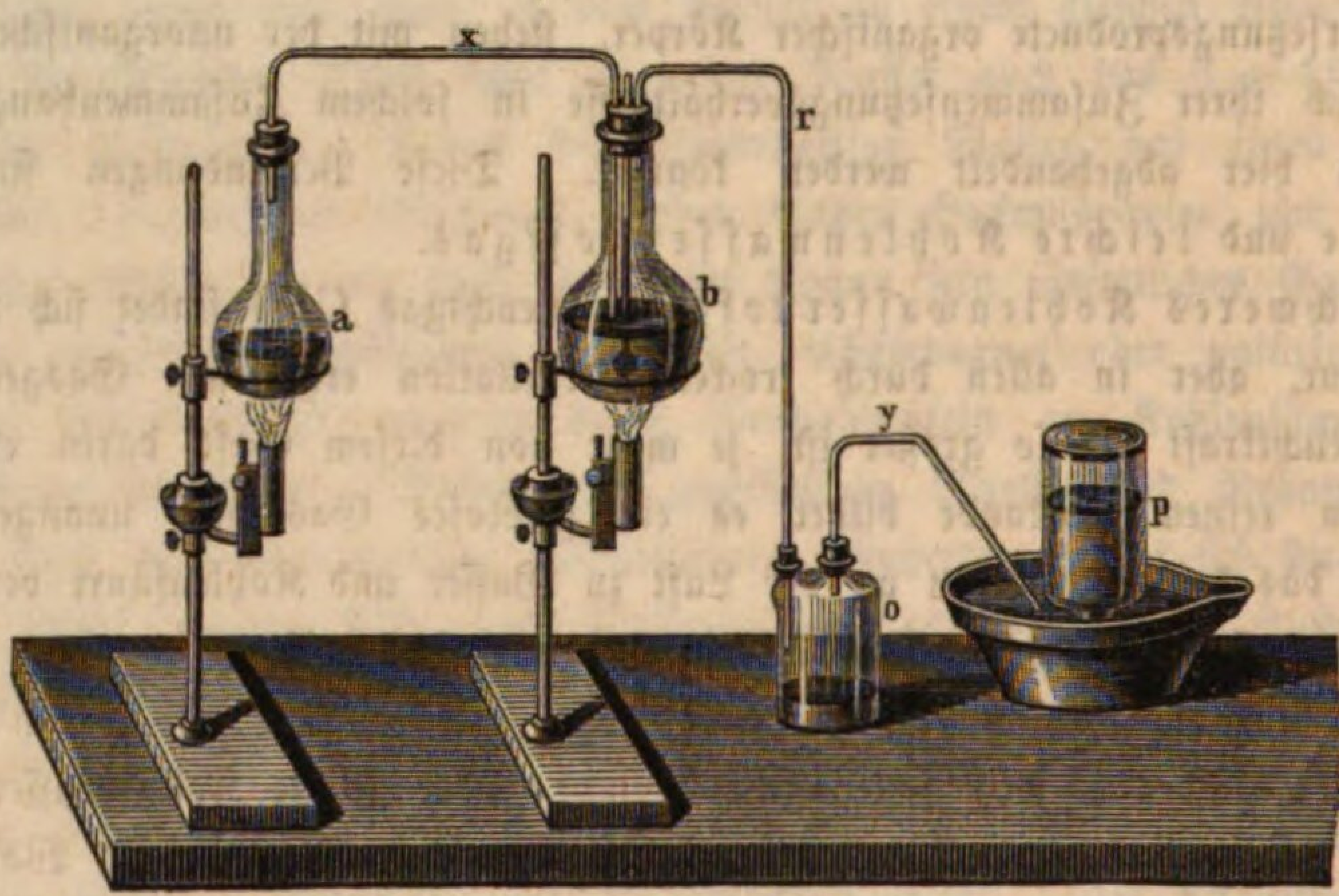
Der Kohlenstoff läßt sich mit Wasserstoff direct nicht verbinden, auf indirectem Wege aber lassen sich sehr viele, sowohl feste, flüssige als auch gasförmige Kohlenwasserstoffe erzeugen. Sie gehören alle zufolge ihrer Zusammensetzungs- und Bil-

dungsweise in das Gebiet der organischen Chemie, nur zwei derselben, obgleich auch Zersetzungsproducte organischer Körper, stehen mit der unorganischen Welt hinsichtlich ihrer Zusammensetzungsverhältnisse in solchem Zusammenhange, daß dieselben hier abgehandelt werden können. Diese Verbindungen sind das schwere und leichte Kohlenwasserstoffgas.

Schweres Kohlenwasserstoffgas (Leuchtgas CH) findet sich nicht in der Natur, aber in allen durch trockene Destillation erhaltenen Gasgemengen, deren Leuchtkraft um so größer ist, je mehr von diesem Gase darin enthalten ist. In reinem Zustande bildet es ein farbloses Gas von unangenehmem Geruch, das beim Anzünden an der Luft zu Wasser und Kohlensäure verbrennt. Sein spec. Gew. entspricht 0,967; unter hohem Druck ist es zu einer Flüssigkeit condensirbar. Durch eine glühende Röhre geleitet wird es in sich abscheidende Kohle oder in das sogenannte Sumpf- oder leichte Kohlenwasserstoffgas zerlegt, bei noch höherer Temperatur zerfällt es in Kohlenstoff und Wasserstoff. Vom Wasser wird es nur in geringer Menge verschluckt. Mit einem gleichen Volumen Chlorgas verbindet es sich zu einer ölartigen Flüssigkeit; daher wird es ölbildendes Gas genannt. Diesem Gase verdanken alle unsere Leuchtmaterialien ihre helle Flamme und namentlich ist es das Leuchtgas, welches diesem Gase seine leuchtende Eigenschaft verdankt. Zu dem Ende wird es bekanntlich durch Destillation der Steinkohlen erhalten. Die Steinkohlen werden in gußeisernen Cylindern einer Glühhitze ausgesetzt, wodurch sich Kohlenwasserstoffe entwickeln. Zur Abscheidung der entstandenen flüssigen Destillationsproducte, des Theers u. s. w., wird es zuerst durch große eiserne Condensatoren und hierauf von Schwefelwasserstoff und Kohlensäuregas durch Behälter mit gelöschtem Kalk geleitet, nachdem man es zuvor zur Befreiung von Ammoniak durch Schwefelsäure- oder Salzsäure-haltiges Wasser passiren ließ. Von hier geht es in große durch Wasser abgesperrte Gasbehälter (fälschlich Gasometer genannt), von wo aus es durch die Gas-Leitungsröhren dahin geleitet wird, wo es zum Leuchten dienen soll. Dieses Steinkohlengas ist niemals reines ölbildendes Gas, sondern enthält stets mehr oder weniger Grubengas, Kohlenoxydgas und Wasserstoffgas. Eine andere zur Bereitung von Leuchtgas benutzte Methode besteht darin, daß man Fichtenharz, Holztheer, wohlfeile Fette 2c. in glühenden Apparaten einer Zersetzung unterwirft.

Reines Kohlenwasserstoffgas stellt man dar, indem man concentrirte Schwefelsäure mit Alkohol (z. B. 4 Theile und 1 Theil) in einem geräumigen Glaskölbchen bis zum Sieden erhitzt und das sich entwickelnde Gas vermittelst einer mit dem Kölbchen verbundenen Gasentwickelungsröhre in einem Gefäß auffängt, welches mit Kalkmilch oder Wasser, das etwas Kali aufgelöst enthält, angefüllt ist. Zweckmäßiger bedient man sich jedoch des in Fig. 8 abgebildeten Apparats. In dem Kolben b befindet sich ein Gemenge von 10 Theilen concentrirter Schwefelsäure mit 3 Theilen Wasser. Der Kolben a enthält Alkohol.

Figur 8.



Nachdem man nun zuerst den Kolben b und dann den Kolben a erhitzt hat, werden die Alkoholdämpfe durch die Röhre x in die Schwefelsäure treten und hier in Kohlenwasserstoffgas und Wasserdampf zerlegt, welche durch das Rohr r entweichen. Der Wasserdampf verdichtet sich dann in der abgekühlten Flasche o und das Kohlenwasserstoffgas wird durch das Rohr y in das zum Auffangen bestimmte Gefäß p treten.

Die Schwefelsäure entzieht nämlich vermöge ihrer Eigenschaft, begierig Wasser aufzunehmen, dem Alkohol Wasser, und ölbildendes Gas bleibt zurück. 1 M.-G. Alkohol ($C_4H_6O_2$) mit 2 M.-G. Schwefelsäure zusammengebracht wird an diese letztere 2 M.-G. Wasser abgegeben und es bleiben dann 4 M.-G. ölbildendes Gas zurück: denn $C_4H_6O_2 - H_2O_2 = C_4H_4$ oder 4 M.-G. ölbildendes Gas.

Außerdem bildet sich noch etwas Aether, schweflige Säure und es scheidet sich in dem Kolben eine kohlige Masse ab.

Leichtes Kohlenwasserstoffgas (Grubengas, Sumpfgas), CH_2, kommt in großer Menge in der Natur vor und erzeugt sich, wenn Pflanzentheile unter Wasser verfaulen, findet sich daher in Morästen und Sümpfen, nicht selten fertig gebildet in Steinkohlenlagern, wo es sich an den Grubenlichtern entzündet und die heftigsten Explosionen verursacht (feurige Schwaden oder schlagende Wetter). — Um diese Explosionen zu verhindern, benutzt man wohl eine mit einem feinen Drahte umgebene Sicherheitslampe (Davy's).

Das Gas ist farb- und geruchlos, von 0,552 spec. Gew., brennt mit wenig leuchtender Flamme und läßt sich in reinem Zustande durch vorsichtiges Erhitzen von 10 Theilen krystallisirtem essigsaurem Natron mit 30—40 Theilen Baryt erhalten: $NaO, C_4H_3O_3, HO$ (essigsaures Natron) $+ BaO$ (Baryt) $= 2\,CH_2$ (Sumpfgas) $+ NaO, CO_2 + BaO, CO_2$.

Schwefel.

Der Schwefel findet sich, wie uns die Mineralogie lehrt, in der Natur gediegen, in Verbindung mit Metallen und am meisten als Schwefelsäure vorzüglich im Gyps. Im gewöhnlichen Zustande erscheint er gelb, spröde; er ist ein Nichtleiter der Elektricität und entspricht einem spec. Gew. von 2,0454. Er krystallisirt in Rhomben-Oktaëdern, schmilzt bei — 111° zur dünnen gelben Flüssigkeit, wird von 160° an dickflüssig und dunkelbraun und bei + 200° ganz steif und zähe. Bei einer plötzlichen Abkühlung erstarrt er amorph; bei langsamer Abkühlung aber krystallisirt er in schiefen rhombischen Säulen; er ist demnach dimorph. Das spec. Gew. des amorphen Schwefels ist 1,967 — 2,04, das des prismatischen 1,982. — Bei 400° geräth der geschmolzene Schwefel, indem er wieder dünnflüssig wird, ins Sieden und bildet ein braungelbes Gas, welches einen ungefähr 500mal größern Raum als der feste Schwefel einnimmt. Das spec. Gew. dieses Dampfes entspricht 6,654. Wird dieser Schwefeldampf zum Erkalten gebracht, so bildet er die sogenannten Schwefelblumen, in Form eines gelben Pulvers. — An der Luft entzündet sich der Schwefel bei 260° und verbrennt mit blauer Flamme zu schwefliger Säure.

Der Schwefel verhält sich in chemischer Beziehung dem Sauerstoff sehr ähnlich; er verbindet sich, ebenso wie dieser, mit andern Körpern, in vielen Fällen unter Licht- und Wärmeentwickelung, z. B. wenn man ein dünnes Kupferblech in ein Gefäß hält, in welchem Schwefel siedet, so verbrennt das Kupfer unter lebhaftem Lichte zu Schwefelkupfer. Sehr häufig bildet der Schwefel mit andern Körpern Verbindungen, die sich den Oxydationsstufen analog verhalten, Sulfobasen und Sulfosäuren darstellen, die sich zusammen zu einem Sulfosalze vereinigen können. — Gewöhnlich bezeichnet man die Basen als Sulfurete und die Säuren als Sulfide. Der Schwefel wird in großer Menge gewonnen, hauptsächlich aus gediegenem Schwefel, indem man den natürlich vorkömmenden destillirt und ihn dadurch von den erdigen Theilen trennt. Außerdem gewinnt man ihn aus dem Schwefelkies, indem man denselben in eisernen oder thönernen Cylindern erhitzt und den Schwefeldampf in eisernen Vorlagen auffängt. Der so erhaltene Schwefel ist der Rohschwefel, welcher zur weiteren Reinigung in einem bedeckten gußeisernen Gefäße geschmolzen, nach dem Absetzen erdiger Theile in hölzerne Formen gegossen wird, und so den Stangenschwefel liefert. Durch Destillation des Stangenschwefels und Auffangen des Dampfes in besondern Kammern erhält man die Schwefelblumen. Eine besondere Art fein zertheilten Schwefels ist die sogenannte Schwefelmilch, welche man z. B. erhält, indem man gewisse Metalle mit einer Säure zersetzt. Wählt man dazu die gewöhnliche Schwefelleber, löst diese in Wasser auf und versetzt sie mit Schwefelsäure, so fällt Schwefel als Schwefelmilch zu Boden, während 1 Theil Schwefel mit Wasserstoff als Schwefelwasserstoff entweicht.

Verbindungen des Schwefels.

Mit dem Sauerstoff vereinigt sich der Schwefel in vielen Verhältnissen, welche alle Säuren sind, von denen die beiden wichtigsten die Schwefelsäure und schweflige Säure sind. Außerdem giebt es eine unterschweflige Säure und Unterschwefelsäure; endlich drei andere, minder wichtige, nämlich einfach-geschwefelte Unterschwefelsäure oder Trithionsäure ($S_3 O_5$), dann die zweifach-geschwefelte Unterschwefelsäure oder Tetrathionsäure ($S_4 O_5$) und dreifach-geschwefelte Unterschwefelsäure oder Pentathionsäure ($S_5 O_5$). — Es werden hier nur die wichtigsten besprochen werden.

Unterschweflige Säure ($S_2 O_2$), nur in Verbindungen mit Basen bekannt; davon abgeschieden zerlegt sie sich bald in Schwefel und schweflige Säure. Wenn Zink in wässeriger schwefliger Säure aufgelöst oder wenn Schwefelblumen in der Lösung eines schwefligsauren Salzes gekocht werden. In ihren Salzen enthält die Base halb so viel Sauerstoff, wie die Säure.

Schweflige Säure (SO_2). Diese Säure kommt sowohl gasförmig als auch in Wasser gelöst in der Nähe von Vulkanen vor. Sie ist ein farbloses Gas von dem erstickenden Geruch des brennenden Schwefels und entspricht einem spec. Gew. 2,218. Bei einer Temperatur von — 15 bis 18^0 oder unter einem Druck von 3 — 4 Atmosphären wird es tropfbar-flüssig und bildet dann eine farblose, durchsichtige, sehr bewegliche Flüssigkeit, welche bei 10^0 siedet und bei dieser Verdunstung eine Kälte von — 50 bis 60^0 erzeugt; bei — 75^0 wird sie fest krystallinisch; ihr spec. Gew. entspricht 1,49.

Wasser verschluckt 44 Volumen der schwefligen Säure, bei gewöhnlicher Temperatur, und Weingeist nimmt noch mehr davon an. Die wässerige Lösung hat einen eigenen widrigen Geschmack und verwandelt sich an der Luft allmälig in Schwefelsäure; in der Kälte scheiden sich aus derselben dünne Krystallschuppen ab, die aus einem Hydrate der schwefligen Säure bestehen. Das schwefligsaure Gas wird selbst in der stärksten Glühhitze nicht zersetzt und oxydirt sich mit trockenem Sauerstoffgas gemengt nicht höher, außer in Berührung mit erwärmtem, schwammigem Platin, welches sogleich die Vereinigung zu wasserfreier Schwefelsäure veranlaßt. In hoher Temperatur bildet sie mit dem Wasserstoff Schwefel und Wasser, mit dem Kohlenstoff Schwefel und Kohlenoxyd oder Kohlensäure, mit Chlor bildet sie unter Mitwirkung des Sonnenlichts eine saure Flüssigkeit, Chlorschwefelsäure.

Die schweflige Säure besitzt die Eigenschaft gewisse gefärbten Thier- und Pflanzenstoffe zu bleichen, worauf die Anwendung des Schwefels zum Bleichen beruht.

Die schweflige Säure läßt sich auf verschiedene Weise darstellen, am einfachsten durch Verbrennen von Schwefel in der Luft oder reinem Sauerstoffgas; ferner durch Erhitzen eines Gemenges von $6^1/_2$ Theilen Braunstein mit 1 Th. Schwefel oder von 5 Theilen Braunstein, mit 4 Theilen Schwefel; es entweicht dabei

schweflige Säure, während Schwefelmangan zurückbleibt. Auch durch Erhitzen von Schwefelsäure mit Kupfer, welches dadurch, unter Zersetzung der Hälfte der Schwefelsäure, in schwefelsaures Kupferoxyd verwandelt wird oder durch Erhitzen von Schwefelsäure mit Kohle, welche dadurch in Kohlensäure übergeführt wird, läßt sich schweflige Säure erzielen.

Will man flüssige schweflige Säure durch Condensation darstellen, so trocknet man das Gas, indem man dasselbe durch ein mit geschmolzenem Chlorcalcium angefülltes Rohr und dann in einen Kolben leitet, der in einer Kältemischung, z. B. Schnee und Kochsalz, steht.

Die schweflige Säure verbindet sich mit Basen zu schwefligsauren Salzen oder Sulfiden. In diesen enthält die Base halb so viel Sauerstoff wie die Säure. — Sie entwickeln mit fast allen andern Säuren schweflige Säure als saure Salze von demselben Geruch wie die Säure; sie sind meistens unlöslich und verwandeln sich an der Luft leicht in schwefelsaure Salze.

Unterschwefelsäure (S_2O_5) ist nur in wasserhaltigem Zustande und zwar als geruchlose, saure Flüssigkeit bekannt, die sich beim Erhitzen in schweflige Säure und Schwefelsäure zerlegt. Sie entsteht, wenn man schwefligsaures Gas in mit kaltem Wasser angerührtes Pulver von Maganüberoxyd leitet, wobei 1 M.-G. des letztern 2 M.-G. schweflige Säure aufnimmt und damit unterschwefelsaures Manganoxydul bildet, welches sich in Wasser löst.

Schwefelsäure (SO_3) findet sich in der Natur in großer Menge, jedoch nur in gebundenem Zustande, mit Wasser verbunden findet sie sich im Wasser des Essigflusses in Südamerika, ferner in einigen Gewässern, des Tegernsee, Java in Italien 2c. Mit Basen verbunden bildet sie zahlreiche Mineralien. Sie läßt sich in festem und flüssigem, d. h. in wasserfreiem und wasserhaltigem Zustande darstellen, bildet sich aber nicht durch unmittelbare Oxydation des Schwefels, wodurch stets nur schweflige Säure erzeugt wird.

Die wasserhaltige Schwefelsäure oder das Schwefelsäurehydrat ist unter dem Namen „rauchendes Vitriolöl oder englische Schwefelsäure" bekannt.

Rauchendes Vitriolöl oder Nordhäuser Schwefelsäure stellt eine ölartige Flüssigkeit dar, welche eine hellere oder dunklere bräunliche Farbe, einen schwachstechenden Geruch besitzt, stark an der Luft raucht, sich mit Wasser erhitzt und einem spec. Gew. von 1,85 entspricht. Sie ist eine Auflösung von wasserfreier in wasserhaltiger, welche erstere als sehr flüchtig stets daraus abzudunsten strebt und mit der Feuchtigkeit der Luft den Rauch (wasserhaltige Säure) bildet. Bis zu 0^0 abgekühlt, setzt sie Krystalle ab, welche $2SO_3, HO$ entsprechen. — Sie kann überhaupt als ein veränderliches Gemenge dieses Hydrats mit dem Hydrat SO_3, HO betrachtet werden.

Die Säure wird erhalten, indem man Schwefelkies durch gelindes Rösten an der Luft in schwefelsaures Eisenoxydul (Eisenvitriol) überführt, dieses Salz mit Wasser auszieht und krystallisiren läßt. Diese Krystalle werden durch

Erwärmen von dem größten Theile ihres Krystallwassers befreit und in eisernen oder thönernen Retorten, deren Hälse in eine irdene Vorlage münden, einer Destillation unterworfen. Hierbei geht die Hälfte der Schwefelsäure als rauchendes Vitriolöl über, während der andere Theil eine Zersetzung erleidet, indem sich schweflige Säure bildet, und der freigewordene Sauerstoff das Oxydul in Oxyd verwandelt ($2FeO, SO_3 = Fe_2O_3 + SO_3 + SO_2$). Das gebildete Eisenoxyd bleibt als Englischroth oder Colcothar zurück.

Aus dieser rauchenden Schwefelsäure erhält man die wasserfreie durch gelindes Erhitzen in einer Retorte mit Vorlage, wobei dieselbe als farblose Flüssigkeit überdestillirt, die in der abgekühlten Vorlage zu einem festen schneeähnlichen, aus höchst feinen Krystallnadeln bestehenden Körpern erstarrt, während in der Retorte nicht rauchende wasserhaltige zurückbleibt. Die wasserfreie Säure verbreitet an der Luft dicke weiße Dämpfe und zerfließt bald zu wasserhaltiger; schmilzt bei $+ 25^0$ und siedet zwischen 30 und 35^0.

Die englische Schwefelsäure. Die gewöhnlichste Form, in der die Schwefelsäure angewendet und in allen Ländern fabricirt wird, stellt eine farblose dickflüssige, nicht rauchende Flüssigkeit von 1,84 spec. Gew. dar und siedet bei $+ 326^0$. Bei gewöhnlicher Temperatur verdunstet sie nicht, zieht aber an feuchter Luft das 15fache ihres Gewichts Wasser aus derselben an. Mit organischen Substanzen zusammengebracht, entzieht sie denselben ebenfalls Wasser, indem sie den darin enthaltenen Wasserstoff und Sauerstoff mit einander vereinigt, und scheidet die Kohle aus dieser Verbindung aus, so daß eine Schwärzung eintritt. Beim Vermischen mit Wasser erhitzt sie sich damit bis zum Aufkochen und Umhersprützen. — In dem Grade, wie man sie mit Wasser vermischt, vermindert sie ihr spec. Gew., aber das zugesetzte Wasser läßt sich wieder abdunsten, bis die Säure wieder ihr spec. Gew. von 1,84 erlangt hat.

Die englische Schwefelsäure entsteht durch Vereinigung der Nordhäuser Schwefelsäure mit 1 M.-Gew. Wasser; ihre Darstellung beruht jedoch darauf, daß, wenn schweflige Säure mit Stickoxydgas und feuchter atmosphärischer Luft gemengt wird, ersteres der letzteren 1 M.-Gew. Sauerstoff entzieht und in salpetrige Säure übergeht, welche ihren Sauerstoff an die schweflige Säure abgiebt und nun wieder zu Stickoxydgas reducirt wird. Die neu gebildete Schwefelsäure verbindet sich mit den Wasserdämpfen zu wasserhaltiger Schwefelsäure. Um sich hiervon zu überzeugen, entwickelt man durch Erhitzen von Kupfer mit Schwefelsäure in einem Glaskolben a schweflige Säure (s. Fig. 9), läßt dieselbe durch ein Glasrohr r in einen größern Kolben b treten, auf dessen Boden sich warmes Wasser befindet. Ist hinreichend schweflige Säure entwickelt, so erzeugt man in einem andern Kolben c durch Uebergießen von Kupferblech mit Salpetersäure Stickoxydgas, welches man ebenfalls durch ein Glasrohr s in den Kolben b treten läßt, wo es sich sogleich, bei Gegenwart einer hinreichenden Menge atmosphärischer Luft, durch Aufnahme von Sauerstoff, in rothe Dämpfe von salpetriger

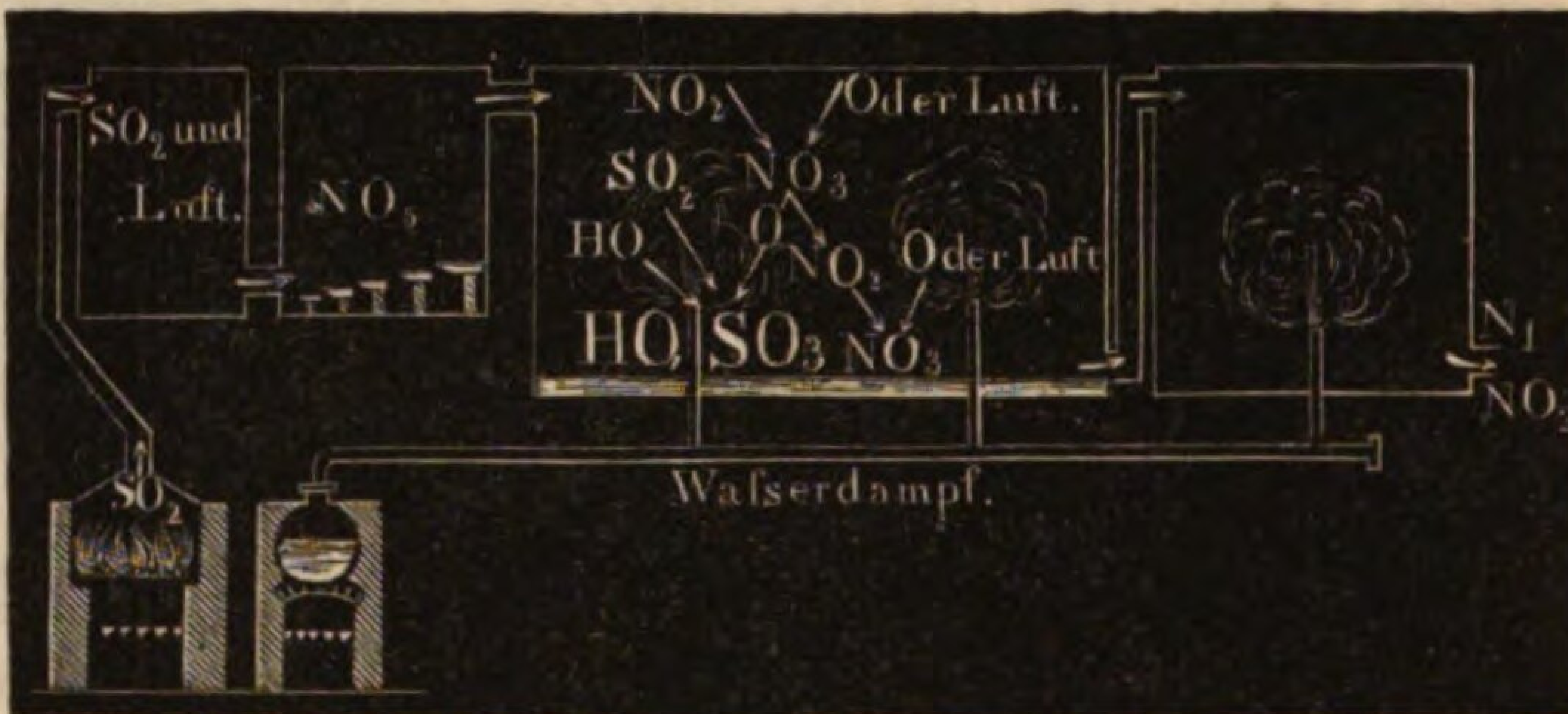
Figur 9.



Säure verwandelt, die durch die vorhandene schweflige Säure, unter Bildung von Schwefelsäure, zersetzt wird.

Bei der Darstellung im Großen ist der Vorgang derselbe, nur benutzt man nicht Glasgefäße, sondern besondere Apparate. Im Wesentlichen besteht das Verfahren darin, daß man die durch Verbrennen des Schwefels oder Rösten des Schwefelkieses erzeugte schweflige Säure in eine Bleikammer treten läßt, deren Boden etwas geneigt ist. Das zur Schwefelsäure erforderliche Stickoxydgas bereitete man früher, indem man entweder Salpetersäure auf Stärkemehl oder auf Zucker einwirken ließ, wobei sich als Nebenproduct Oxal- oder Kleesäure bildet, oder indem man den Schwefel vor dem Verbrennen mit Chilisalpeter (salpetersaurem Natron) mengte. In diesem letztern Falle bildet sich gleichzeitig neben der schwefligen Säure Stickoxydgas, welche beide gemeinschaftlich in die Bleikammer einströmen, während der Rückstand in dem Gefäße schwefelsaures Natron ist. — In die Bleikammer strömende Wasserdämpfe nehmen die Schwefelsäure auf. In neuerer Zeit erzeugt man jedoch gewöhnlich Untersalpetersäure in Bleikammern durch Einwirkung von schwefliger Säure (welche in einem besondern Ofen durch verbrennenden Schwefel erzeugt worden ist) auf flüssige Salpetersäure. Figur 10 macht diese Einrichtung deutlicher. Die durch Verbrennen des Schwefels in dem ersten Ofen (zur Linken) erzeugte schweflige Säure wird zuerst in die Kammer (zur Linken) und von da in die zweite kleine geleitet, in welcher sich weite offene Gefäße mit concentrirter Salpetersäure befinden. Die schweflige Säure zersetzt hierbei die Salpetersäure in Untersalpetersäure und verwandelt sich dadurch in Schwefelsäure. Es wird nun gleichzeitig, aus dem auf dem zweiten Ofen befindlichen Dampfkessel, Wasserdampf (wie die Figur zeigt) in die Kammern geleitet, damit das zu dem ganzen Proceß erforderliche Wasser nicht fehle, welches die Untersalpetersäure in Salpetersäure und

Figur 10.



salpetrige Säure zerlegen muß, von denen die letztere durch längere Einwirkung des Wassers in Salpetersäure und Stickoxydgas zerfällt, jedoch muß während des ganzen Vorganges für Sauerstoff, d. h. für den Zutritt der atmosphärischen Luft, Sorge getragen werden, da die Gegenwart des erstern als eine Hauptbedingung für den Bildungsproceß der Schwefelsäure anzusehen ist.

Die erzeugte Salpetersäure und die zuletzt mit Hülfe des Stickstoffs gebildete salpetrige Säure wirken von Neuem, unter Mitwirkung von Wasser, auf die schweflige Säure ein, so daß der Proceß ununterbrochen fortgeht.

In der dritten großen Kammer geht die eigentliche Schwefelsäurebildung vor sich; der Boden derselben ist mit verdünnter Schwefelsäure bedeckt, damit die Bleiplatten durch die Salpetersäure nicht angegriffen werden. Die in sämmtlichen Kammern gebildete Schwefelsäure läuft in der großen, etwas tiefer gelegenen Kammer zusammen. — Die aus der letzten Kammer entweichenden Gase bestehen bei Mangel an Sauerstoff hauptsächlich aus Stickstoff und Stickoxydgas (in der Figur mit N und NO_2 bezeichnet), mit etwas schwefliger Säure, ist hinreichend Sauerstoff vorhanden, auch mit Untersalpetersäure gemengt.

Am besten ist jedoch, den Proceß so zu leiten, daß so viel Sauerstoff vorhanden ist, als ausreicht, um sämmtliches Stickoxydgas in Untersalpetersäure überzuführen. Um die unverdichtet gebliebenen Gase nicht verloren zu geben, leitet man sie in einen Behälter, welcher Kohle, mit concentrirter Schwefelsäure benetzt, enthält.

Diese so erhaltene Schwefelsäure ist aber sehr wasserhaltig; man befreit sie daher von diesem Wasser durch Abdampfen in Blei- oder Platingefäßen, bis sie ein spec. Gew. von 1,84 erlangt hat. Da ferner die gewöhnliche Säure stets durch verschiedene Stoffe, schwefelsaures Bleioxyd, arsenige Säure 2c. verunreinigt ist, so wird sie zur weiteren Reinigung einer Destillation unterworfen.

Verbindungen des Schwefels mit Wasserstoff und Kohlenstoff.

Schwefelwasserstoff (Hydrothionsäure, SH) findet sich in der Natur in Mineralwässern, die man mit dem Namen Schwefelwasser bezeichnet, und

entsteht bei der Fäulniß schwefelhaltiger thierischer Körper, wie z. B. des Eiweißes.

Der Schwefelwasserstoff ist ein farbloses Gas von einem höchst unangenehmen, faulen Eiern ähnlichen Geruch, wirkt beim Einathmen giftig, ist brennbar und läßt sich schon durch glimmende Kohle entflammen; blankes Silber und Kupfer werden dadurch geschwärzt. Sein spec. Gew. entspricht 1,19. Bei einem Druck von 17 Atmosphären wird das Gas flüssig und bildet eine farblose sehr bewegliche Flüssigkeit von 0,9 spec. Gew., die bei — 85^0 krystallisirt und bei Aufhebung des Druckes unter Explosion wieder gasförmig wird. Vom Wasser wird das Gas, je nach der Temperatur, zu 2—3 Maaß verschluckt. Durch Einwirkung der Luft wird dieses Schwefelwasserstoffwasser zersetzt, in dem sich Schwefel absetzt. Durch Kochen entweicht wieder der Gasgehalt; durch Metalle wird das Schwefelwasserstoffgas in der Hitze so zersetzt, daß Wasserstoff entweicht und Schwefelmetalle sich bilden. Mit Metalloxyden bildet es Wasser und Schwefelmetalle, und da viele solcher Schwefelmetalle in Wasser unauflöslich und eigenthümlich gefärbt sind, so bietet dieses Gas ein sehr wichtiges Erkennungsmittel für die Trennung und Scheidung dieser Metalle.

Um das Gas darzustellen, bedarf man der Schwefelverbindung eines wasserzersetzenden Metalles und einer verdünnten Sauerstoffsäure oder einer wasserstoffhaltigen Säure, denn eine Vereinigung des Schwefels mit Wasserstoff läßt sich direct nicht erzielen. Gewöhnlich benutzt man zur Darstellung Schwefeleisen, welches man erhält, indem man weißglühendes Eisen mit Schwefel zusammenbringt oder Eisenfeilspäne mit Schwefelblumen erhitzt. Dieses Schwefelmetall wird dann in einem Gasentwicklungsapparate (siehe Wasserstoffgas) mit verdünnter Schwefelsäure oder Salzsäure übergossen. In Folge dessen bildet sich ebenso Wasserstoffgas, wie es bei der Wasserstoffdarstellung erwähnt wurde, aber gleichzeitig wird auch Schwefel frei und beide Elemente vereinigen sich im Augenblicke ihres Entstehens zu Schwefelwasserstoffgas. Wählt man verdünnte Schwefelsäure, so ist der Vorgang folgender: $FeS + HO + SO_3 = FeO, SO_3$ (Schwefelsaures Eisenoxydul) $+ SH$. Bei Anwendung von Salzsäure: $FeS + ClH = FeCl$ (Eisenchlorür) $+ SH$.

Wasserstoffschwefel (Wasserstoffübersulfid, hydrothionige Säure, S_2H) ist eine gelbliche ölartige Flüssigkeit von eigenthümlich widrigem Geruch und bittersüßlichem Geschmack, welche entsteht, wenn man eine Lösung von Zweifach-Schwefelkalium in Salzsäure gießt: $KS_2 + ClH = KCl + S_2H$.

Schwefelkohlenstoff (Kohlensulfid CS_2). Farblose, sehr dünne, stark lichtbrechende Flüssigkeit von eigenthümlichem, fast faulen Eiern ähnlichen ätherischem Geruch, und einem spec. Gew. von 1,293. Sehr flüchtig, bei $+ 48^0$ siedend und im Wasser unlöslich. Leicht entzündlich, mit blauer Flamme und sehr starker Wärmeentwicklung zu Kohlensäure und schwefliger Säure verbrennend, wird in der Hitze durch mehrere Metalle zersetzt und dient als Auflösungs-

mittel von Schwefel und Phosphor, verhält sich gegen Schwefelbasen als eine Sulfosäure und bildet mit Schwefelwasserstoff eine eigenthümliche Säure, die Kohlenschwefelwasserstoffsäure ($CS_2 + SH, CS_2H$).

Der Schwefelkohlenstoff wird erhalten, indem man Schwefeldämpfe über glühende Kohle leitet oder indem man ein Gemenge von Schwefelkies mit Kohle destillirt.

Selen.

Dieses Element ist in jeder Beziehung dem Schwefel verwandt, findet sich in der Natur, aber selten, hauptsächlich in Verbindung mit Metallen, z. B. Blei, Quecksilber, Kupfer ꝛc. Es erscheint im freien Zustande gewöhnlich als eine amorphe, bleigraue Masse von etwas metallischem Glanz, muscheligem Bruch, die aber unter Umständen, z. B. durch Erwärmen und langsames Erstarren, dunkelgrau, krystallinisch wird, und einem spec. Gew. von 4,8 entspricht, während im gewöhnlichen Zustande dieses 4,28 beträgt. In fein zertheilter Gestalt, so wie aus Lösungen erhalten, erscheint es als rothes Pulver. Es ist in Wasser nicht, in Alkohol und Aether nur schwierig löslich, schmilzt bei 217° und verwandelt sich bei 700° in rothbraune Dämpfe, die geschmolzene Masse bleibt noch lange nach dem Erkalten weich und läßt sich in Fäden von rubinrother Farbe ausziehen. An der Luft erhitzt, verbreitet es einen eigenthümlichen, nach faulen Rettigen riechenden Geruch, durch welchen es sich von andern Körpern leicht unterscheiden läßt. — Beim Erhitzen in Sauerstoff verbrennt es mit blaßblauer Farbe.

Man gewinnt das Selen durch Erhitzen von Braunstein mit selenhaltigem Schwefel, wobei schweflige Säure und Schwefelmangan sich bilden, während Selen sublimirt, oder durch Behandeln einer Lösung von selenigsaurem Natron mit schwefliger Säure, wodurch schwefelsaures Natron erzeugt wird, während Selen sich als rothes Pulver niederschlägt.

Verbindungen des Selens.

Mit dem Sauerstoff vereinigt sich das Selen, so viel man weiß, in drei Verhältnissen:

1) Zu Selenoxyd (SeO), einer sehr problematischen Verbindung, welche den rettigähnlichen Geruch, der beim Erhitzen des Selens in der Luft verbreitet wird, verursachen soll.

2) Zu seleniger Säure (SeO_2), welche einen weißen krystallinischen, geruchlosen Körper von saurem Geschmack darstellt, der flüchtig ist, und dessen Dampf sich in schönen Nadeln verdichtet; man erhält denselben durch Verbrennen des Selens in Sauerstoff oder durch Auflösen desselben in Königswasser oder Salpetersäure.

3) Zu Selensäure (SeO_3), im wasserhaltigen Zustande einer der concentrirten Schwefelsäure sehr ähnliche, ölartige, farblose, ätzende Flüssigkeit, welche

bei 285^0 in Sauerstoff und selenige Säure zerlegt wird. Sie zieht Feuchtigkeit aus der Luft an und kann ohne Wasser nicht bestehen; ihre Salze haben ebenfalls viele Aehnlichkeit mit den schwefelsauren Salzen und lassen sich auch von diesen leicht dadurch unterscheiden, daß sie auf glühenden Kohlen wie Salpeter verpuffen. Auch sind die selensauren Salze mit den schwefelsauren isomorph. Die Selensäure wird durch Erhitzen mit Chlorwasserstoffsäure, unter Entwickelung von Chlor, in selenige Säure verwandelt; durch schweflige Säure wird sie nicht zersetzt. Man gewinnt die Säure durch Zusammenschmelzen eines selenigsauren Salzes, durch Binden der gebildeten Selensäure an Bleioxyd und Zersetzen des selensauren Bleioxyds mittelst Schwefelwasserstoff.

Selenwasserstoff (SeH) verhält sich wie der Schwefelwasserstoff und ist eins der tödtlichsten Gifte. Man stellt ihn dar, indem man Seleneisen, durch Zusammenschmelzen von Selen und Eisen erhalten, mit verdünnter Schwefelsäure übergießt.

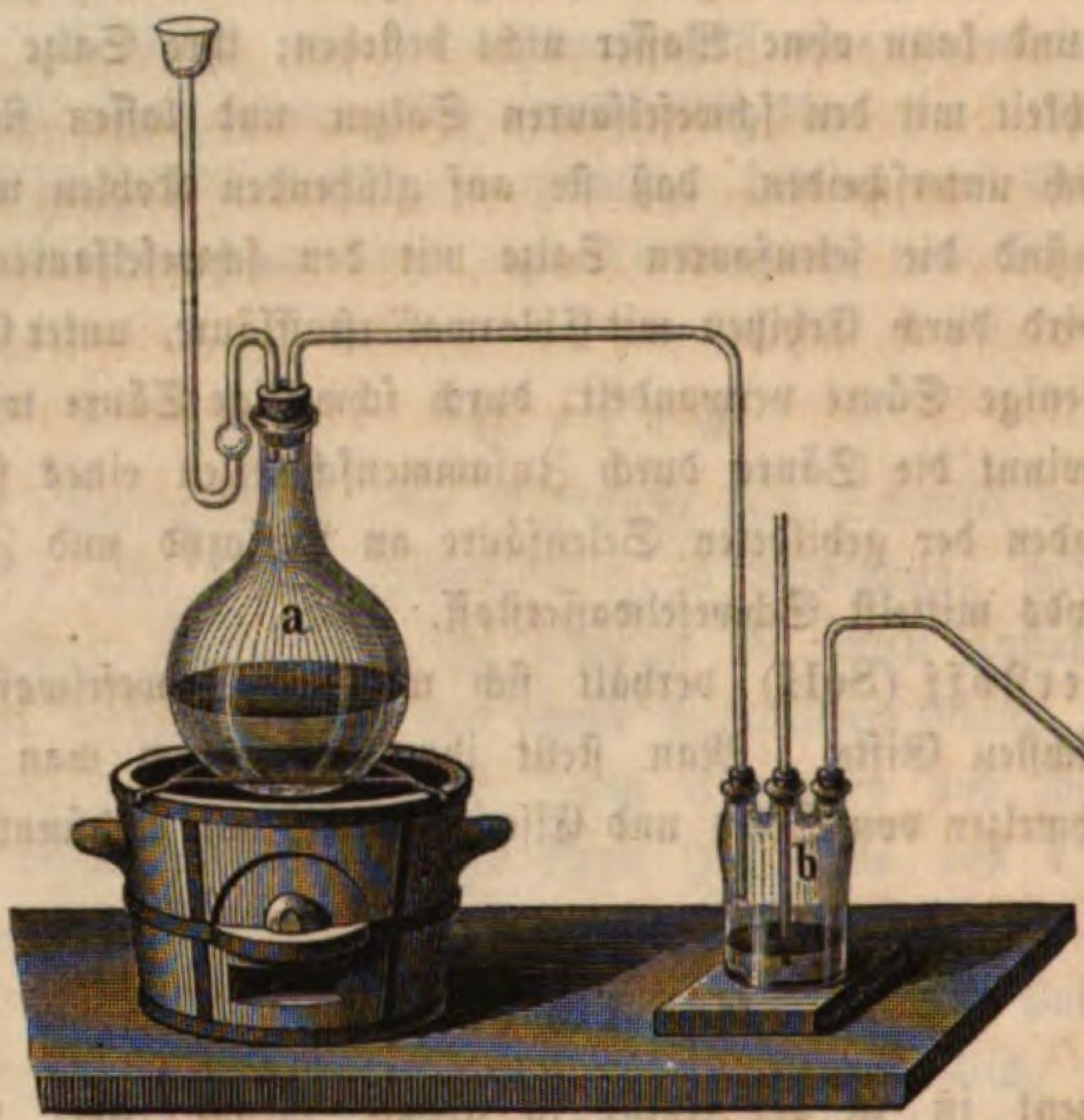
Chlor.

Dieses Element ist in der Natur in großer Menge, aber niemals im freien Zustande verbreitet, sondern stets in Verbindung, hauptsächlich mit Natrium als Kochsalz (Steinsalz, Seesalz), im freien Zustande ein blaßgrüngelbes Gas von eigenthümlichem, erstickendem Geruch und sehr nachtheiliger Wirkung auf die Athmungswerkzeuge; entspricht einem spec. Gew. von 2,44. Unter einem Druck von 4 Atmosphären bei + 15^0 oder bis zu — 40^0 abgekühlt, verdichtet es sich zu einer dunkelgelben Flüssigkeit von 1,38 spec. Gew., welche bei Aufhebung des Drucks wieder gasförmig wird und selbst in einer Kälte von — 110^0 nicht erstarrt.

Das Chlorgas hat die Eigenschaft, organische Farbstoffe zu bleichen und Ansteckungsstoffe zu zerstören, welche Eigenschaft auf der Verwandtschaft des Gases zum Wasserstoff beruht (Chlorbleiche), indem dasselbe den organischen Stoffen den Wasserstoff entzieht. — Wasser verschluckt vom Chlorgas 2,5 Vol., bei + 8^0 über 3 Vol. und bildet damit eine grüngelbe Flüssigkeit, welche sehr stark nach Chlor riecht und herbe schmeckt (Chlorwasser). Wird ein solches Wasser dem Sonnenlichte ausgesetzt, so zersetzt das Chlor das Wasser und bildet sich, unter Freiwerden von Sauerstoff, Chlorwasserstoff. Bis zu 0^0 abgekühlt, setzt das Chlorwasser eine krystallinische Verbindung von Chlor mit Wasser ab, die sich bei gewöhnlicher Temperatur wieder in Chlorgas und Wasser zersetzt.

Man stellt das Chlorgas entweder aus Chlorwasserstoffsäure (Salzsäure) oder aus dem Chlornatrium (Kochsalz) dar. Man übergießt zu dem Ende in einem Entwickelungsapparate a (s. Fig. 11) 1 Th. Braunstein mit 2 Th. Salzsäure und erhitzt das Gefäß im Sandbade. Das sich entwickelnde Chlorgas wird, nachdem es in einer Waschflasche b gewaschen, unter heißem Wasser oder unter Wasser, mit Kochsalz gesättigt, aufgefangen. — Der Braunstein oder das

Figur 11.



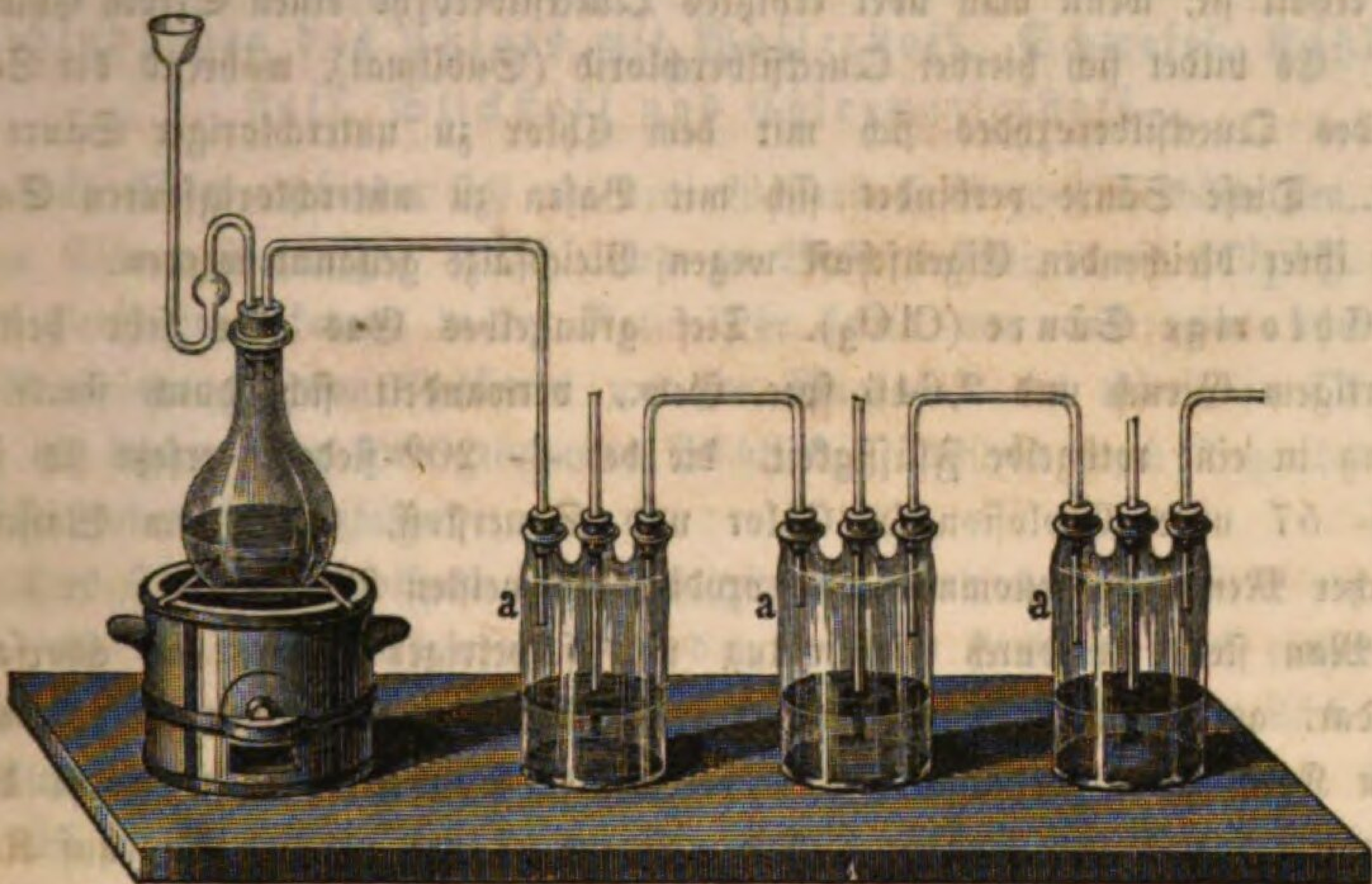
Manganüberoxyd (MnO_2) mit 2 M.-G. Salzsäure ($2ClH$) erhitzt, giebt hierbei seinen sämmtlichen Sauerstoff an den Wasserstoff der Salzsäure ab und bildet 2 M.-G. Wasser. Die Hälfte des Chlors verbindet sich mit dem Mangan zu Chlormangan, welches in dem Apparate zurückbleibt, während die andere Hälfte des Chlors als Gas entweicht: $MnO_2 + 2ClH = 2HO + MnCl + Cl$.

Nimmt man 2 Th. Braunstein, 6 Th. Salzsäure und 2 Th. Schwefelsäure, so erhält man die ganze Menge des in der Salzsäure enthaltenen Chlors und es bleibt schwefelsaures Manganoxydul zurück: $MnO_2 + ClH + SO_3, HO = MnO, SO_3 + Cl + 2HO$.

Aus dem Kochsalz erhält man das Chlorgas, wenn man 1 Th. desselben mit 1 Th. feingeriebenen Braunstein und 2 Th. Schwefelsäure, die mit der gleichen Menge Wasser verdünnt wurde, in einem Entwickelungsapparate erhitzt. Es bildet sich dann schwefelsaures Manganoxydul, schwefelsaures Natron und der ganze Chlorgehalt wird frei: $NaCl + MnO_2 + 2SO_3 = NaO, SO_3 + MnO, SO_3 + Cl$. So wie nämlich Kochsalz mit Schwefelsäurehydrat übergossen wird, zersetzt das Natrium der ersteren das Wasser der letzteren, nimmt den Sauerstoff des Wassers auf und bildet Natron, welches mit der Schwefelsäure zu schwefesaurem Natron sich vereinigt, während der Wasserstoff des Wassers mit dem Chlor Chlorwasserstoffsäure bildet; da aber diese freigewordene Säure sich mit Braunstein und Schwefelsäure zusammen findet, so wird der Wasserstoff der Salzsäure sich mit 1 M.-G. Sauerstoff des Braunsteins zu Wasser verbinden, das Chlor entweichen und die Schwefelsäure sich mit dem gebildeten Manganoxydul zu schwefelsaurem Manganoxydul vereinigen.

Das Chlorwasser stellt man dar, indem man Chlorgas in destillirtes Wasser leitet und beide zusammen schüttelt. — Das Einleiten muß so lange fortgesetzt werden, bis die gehörige Sättigung des Wassers eingetreten ist, was sich durch eine gelbliche Farbe zu erkennen giebt. — Zur Darstellung im Großen benutzt man gewöhnlich den sog. Woulf'schen Apparat mit einer Reihe von Flaschen a a a (s. Fig. 12), welche zu einem Drittheil oder höchstens zur Hälfte mit Wasser gefüllt sind und von denen die erstere zum Waschen des Gases dient.

Figur 12.



Verbindungen des Chlors.

Das Chlor hat sehr starke Verwandtschaft zu andern Elementen, zu manchen größer, als der Sauerstoff. Es verbindet sich, außer mit dem Fluor, mit allen Grundstoffen, meistens unter Feuererscheinung, namentlich ist dieses mit den Metallen der Fall. Leitet man z. B. Chlorgas in einen Cylinder und schüttet dann gepulvertes Antimon- oder Wismuthmetall hinein, so hat man die schöne Erscheinung eines Feuerregens.

Viele Metalloxyde in Chlorgas zum Glühen erhitzt, verwandeln sich, unter Sauerstoffgas-Entwickelung, in Chlormetalle. Verschiedene Chlorverbindungen ein und desselben Körpers pflegt man mit dem Namen Chlorüre und Chloride zu bezeichnen, von denen die ersteren am wenigsten Chlor enthalten und den Oxydulen, die letzteren den Oxyden entsprechen. Die mit dem Ueberoxyd correspondirende Verbindung nennt man Ueberchlorid oder Superchlorid und eine Verbindung des Chlorids mit einem Oxyd Oxychlorid.

Verbindungen mit Sauerstoff.

Mit dem Sauerstoff vereinigt sich das Chlor in acht verschiedenen Verhältnissen, nämlich zu unterchloriger Säure ClO, mittelchloriger Säure ClO_2,

chloriger Säure ClO_3, Unterchlorsäure ClO_4, Chlorochlorsäure Cl_3O_{13}, Chlorsäure ClO_3, Chlorüberchlorsäure $Cl_{13}O_{17}$, Ueberchlorsäure ClO_7. Die wichtigsten sind: unterchlorige Säure, chlorige Säure, Chlorsäure und Ueberchlorsäure.

Unterchlorige Säure (ClO), ein röthlich-gelbes Gas von chlorähnlichem Geruch und 2,977 spec. Gew., welches bei — 20⁰ in eine rothe Flüssigkeit übergeht. Ist ein kräftiges Oxydationsmittel für Schwefel, Phosphor, Metalloxyde und organische Substanzen. Explodirt schon durch die Wärme der Hand, wirkt bleichend und wird vom Wasser in großer Menge aufgenommen. Man erhält sie, wenn man über erhitztes Quecksilberoxyd einen Strom Chlorgas leitet. Es bildet sich hierbei Quecksilberchlorid (Sublimat), während der Sauerstoff des Quecksilberoxydes sich mit dem Chlor zu unterchloriger Säure verbindet. Diese Säure verbindet sich mit Basen zu unterchlorigsauren Salzen, welche ihrer bleichenden Eigenschaft wegen Bleichsalze genannt werden.

Chlorige Säure (ClO_3). Tief grüngelbes Gas von sehr heftigem chlorartigem Geruch und 2,646 spec. Gew., verwandelt sich durch starke Abkühlung in eine rothgelbe Flüssigkeit, die bei + 20⁰ siedet, zersetzt sich schon bei + 57 unter Explosion in Chlor und Sauerstoff, wird vom Wasser in reichlicher Menge aufgenommen und oxydirt die meisten Metalle.

Man stellt sie durch Einwirkung von salpetriger Säure auf chlorsaures Kali dar, am besten durch sehr gelindes Erwärmen eines Gemenges von chlorsaurem Kali, arseniger Säure und verdünnter Salpetersäure in einem damit fast ganz angefüllten Gefäße. Die arsenige Säure oxydirt sich auf Kosten der Salpetersäure zu Arsensäure und die entstehende salpetrige Säure reducirt die Chlorsäure zu chloriger Säure.

Chlorsäure (ClO_5) ist nur in wasserhaltigem Zustande bekannt und stellt eine syrupdicke, sehr saure, fast geruchlose Flüssigkeit dar, welche bei der Destillation in Chlorgas, Sauerstoffgas und Ueberchlorsäure zerfällt. Entzündet Papier und Alkohol, verbindet sich mit Basen zu chlorsauren Salzen, welche auf glühenden Kohlen verpuffen und mit Schwefel, Phosphor &c. gemengt und zusammengerieben mit großer Heftigkeit explodiren. Beim Erhitzen für sich entwickeln diese Salze ihr Sauerstoffgas und verwandeln sich in Chlormetalle. Um die Chlorsäure darzustellen, sättigt man eine concentrirte Lösung von Kalihydrat mit Chlorgas, wobei $^5/_6$ des Kalis in Chlorkalium und $^1/_6$ in chlorsaures Kali verwandelt werden, welches letztere sich in Krystallen ausscheidet, aus denen Chlorsäure durch Kieselfluorwasserstoffsäure abgeschieden werden kann. Oder aber man leitet Chlorgas in Barytwasser, wodurch sich chlorsaurer Baryt und Chlorbaryum bilden, setzt zu der vom Baryt getrennten Barytlösung tropfenweise so lange Schwefelsäure, als sich noch ein Niederschlag von schwefelsaurem Baryt bildet. In der überstehenden Lösung befindet sich nun die abgeschiedene Chlorsäure, welche man unter der Luftpumpe oder in einer sehr gelinden Wärme concentrirt.

Ueberchlorsäure (ClO_7) ist in wasserhaltigem Zustande eine farblose saure Flüssigkeit von 1,65 spec. Gew., welche erst bei + 200° siedet und begierig Feuchtigkeit anzieht; in wasserfreiem Zustande erscheint sie in kleinen rauchenden, farblosen, leicht schmelzbaren Krystallen. Man stellt die Säure dar, indem man chlorsaures Kali mit Schwefelsäure behandelt oder eine Lösung von überchlorsaurem Kali mit Kieselfluorwasserstoffsäure zersetzt.

Die Ueberchlorsäure ist sehr stark, und beständiger als alle übrigen Chlorsäuren; ihre Salze verhalten sich wie die chlorsauren.

Verbindungen des Chlors mit Wasserstoff, Schwefel, Kohlenstoff, Stickstoff und Chlorwasserstoff.

Das Chlor verbindet sich mit dem Wasserstoff in zwei Verhältnissen, nämlich zu Chlorwasserstoffgas (ClH) und zu Wasserstoffüberchlorid (Cl_2H). Die erstere Verbindung kommt in der Natur sehr selten vor und zwar nur unter den Ausströmungen von Vulkanen und im Magensaft des thierischen Organismus; die letztere, von untergeordneter Wichtigkeit, entsteht durch Behandeln von Bleiüberoxyd mit Salzsäure.

Das Chlorwasserstoffgas, die wichtigste der Verbindungen, stellt ein farbloses, an der Luft rauchendes Gas dar, welches Lackmus stark röthet und brennende Körper erlischt. Das spec. Gew. desselben beträgt 1,254. Bei 40 Atmosphärendruck wird es zu einer farblosen Flüssigkeit verdichtet. Dieses Gas löst sich sehr leicht im Wasser und bildet damit die bekannte Salzsäure. Mit der atmosphärischen Luft zusammengebracht nimmt es unter Bildung dichter weißer Nebel Feuchtigkeit auf; durch Metalle wird es zersetzt, indem sich Chlormetalle bilden und Wasserstoff entweicht. Es bildet sich, wenn Chlorgas mit Wasserstoffgas zu gleichen Raumtheilen dem gewöhnlichen Tageslichte ausgesetzt werden, allmälig, dem directen Sonnenlichte ausgesetzt oder bei Glühhitze oder durch den elektrischen Funken, unter Feuererscheinung, mit Explosion. Im Dunklen erfolgt keine Vereinigung (s. Salzsäure).

Salzsäure oder Chlorwasserstoffsäure (ClH) ist eine gesättigte Auflösung von Chlorwasserstoffgas in Wasser, welche sich außer mit unmittelbarer Vereinigung der Elemente bei der Zersetzung vieler Wasserstoffverbindungen durch Chlor bildet. Die Salzsäure hat ein spec. Gew. von 1,21 und enthält 42,85 % reine Säure. Wasser, bei gewöhnlicher Temperatur gesättigt, giebt die gewöhnliche Säure, eine farblose, an der Luft rauchende, stechend riechende, höchst sauer schmeckende, ätzend wirkende Flüssigkeit von 1,19 spec. Gew. Sie siedet bei + 110° und entwickelt durch concentrirte Schwefelsäure Chlorwasserstoff. Mit Salpetersäure gemischt, bildet sie das Königswasser.

Das Chlorwasserstoffgas wird gewöhnlich durch Zersetzen des Kochsalzes oder eines andern Chlormetalls mittelst Schwefelsäure und Wasser in einem Entwickelungsapparate, unter Erwärmen, dargestellt. Das Wasser wird zersetzt.

Der Wasserstoff desselben vereinigt sich mit dem Chlor und der Sauerstoff mit dem Natrium zu Natron, welches sich mit der Schwefelsäure zu schwefelsaurem Natron vereinigt. — Sehr zweckmäßig nimmt man auf 5 Th. Kochsalz 9 Th. Schwefelsäure, verdünnt mit $^1/_6$ ihres Gewichts Wasser. — Will man das sich entwickelnde Gas frei haben, so muß man es über Quecksilber auffangen; soll aber flüssige Chlorwasserstoffsäure oder gewöhnliche Salzsäure erzielt werden, so leitet man das Gas in kalt gehaltenes Wasser. Im letztern Falle benutzt man gewöhnlich den beim Chlor erwähnten Woulff'schen Apparat (s. Fig. 12), welcher aus mehreren, bis zu $^1/_3$ mit Wasser gefüllten Flaschen von Glas, bei der fabrikmäßigen Darstellung von Steinzeug, besteht, während man dann auch nicht Entwickelungsgefäße von Glas, sondern große, etwa 5 Fuß lange, in einem Ofen eingemauerte gußeiserne Cylinder zur Entwickelung anwendet. In der Regel wird jedoch die gewöhnliche Salzsäure als Nebenproduct bei der Sodafabrikation gewonnen.

Die Salzsäure verhält sich zu basischen Metalloxyden und ihren Metallen, wie das Gas, d. h. sie bildet mit dem Metall die sogenannten Haloidsalze, während der Wasserstoff der Säure mit dem Sauerstoff des Metalloxydes Wasser bildet. — Hierin stimmen auch die Verbindungen der drei folgenden Elemente, des Brom, Jod und Fluors, mit dem Chlor überein. — Jedoch werden diese Haloidsalze meistens nicht zu den Salzen gezählt, sondern als binäre Verbindungen betrachtet, d. h. als Chlormetalle, welche aus einem elektro-positiven und elektro-negativen Elemente bestehen.

Königswasser (Goldscheidewasser, Salpetersalzsäure) ist ein Gemenge von 2 Th. Salzsäure mit 1 Th. Salpetersäure oder 4 Th. Salzsäure mit 1 Th. Salpetersäure, dient zum Auflösen des Goldes und Platins, ist überhaupt ein gutes Oxydationsmittel. Das auflösende Mittel darin ist freies Chlor oder chlorhaltige Salpetersäure, wodurch das betreffende Metall in Chlormetall verwandelt wird. Bringt man nämlich Salzsäure mit Salpetersäure zusammen, so wird der Wasserstoff der Salzsäure sich mit 1 M.-G. Sauerstoff der Salpetersäure zu Wasser verbinden, während Untersalpetersäure entsteht und Chlor frei wird; jedoch soll sich nach andern Untersuchungen das Chlor nicht frei in der Flüssigkeit, sondern in einer Verbindung (NCl_2O_2) darin befinden.

Chlorschwefel. Chlor und Schwefel vereinigen sich in mehreren Verhältnissen. Am leichtesten entsteht die Verbindung mit dem geringsten Chlorgehalt, als Schwefelchlorür (S_2Cl), durch unmittelbare Berührung von Chlor mit Schwefel, eine rothgelbe, an der Luft rauchende, bei 138° siedende Flüssigkeit, von unangenehmem erstickendem Geruch und 1,687 spec. Gew.

Schwefelchlorid (SCl), eine, der vorigen ähnliche Verbindung von 1,62 spec. Gew., welche bei 64° unverändert überdestillirt, bei — 70° noch nicht fest wird, und entsteht, wenn man das Chlorür an einem dunklen Orte längere Zeit mit Chlorgas behandelt.

Schwefelsesquichlorür ($S_2 Cl_3$) wird erhalten, wenn das Chlorid bis auf 50^0 erwärmt und so lange trockne atmosphärische Luft durchgeleitet wird, bis selbst bei 70^0 kein Chlor mehr fortgeht.

Chlorkohlenstoff. Chlor verbindet sich ebenfalls mit dem Kohlenstoff in mehreren Verhältnissen.

Kohlensesquichlorid oder Anderhaltchlorkohlenstoff ($C_2 Cl_3$) wird am leichtesten erhalten, wenn man Chlor im Sonnenlichte auf das Oel des ölbildenden Gases einwirken läßt, und stellt einen starren krystallinischen Körper dar, welcher bei 160^0 schmilzt, einen kampferähnlichen Geruch besitzt und bei 180^0 siedet. Leitet man den Dampf dieser Verbindung durch ein glühendes Rohr, so erhält man Kohlenstoffchlorür ($C Cl$), indem Chlor frei wird, als eine farblose, flüchtige, im Wasser untersinkende Flüssigkeit.

Kohlenchlorid (Kohlensuperchlorid, $C Cl_2$) ist eine farblose, ätherisch-riechende Flüssigkeit von 1,56 spec. Gew., welche entsteht, wenn man ein Gemenge von Schwefelkohlenstoffdampf und Chlorgas durch ein glühendes Rohr leitet, wodurch sich gleichzeitig Chlorschwefel bildet.

Chlorstickstoff ($N Cl_3$), eine gelbe, in Wasser unlösliche, sehr flüchtige Flüssigkeit, welche beim Erwärmen sehr heftig explodirt, wird erhalten, wenn man Chlorgas durch Ammoniakflüssigkeit leitet.

Brom.

Dieses Element findet sich in verhältnißmäßig geringer Menge in der Natur, aber niemals frei, sondern an Magnesium und Natrium gebunden, im Meerwasser, in der Mutterlauge vieler Salinen und in einigen Sodasorten, in Seethieren, Seepflanzen; selten als Bromsilber (Mexiko). Es ist das einzige, bei gewöhnlicher Temperatur flüssige Nichtmetall, schwarz, in dünnen Schichten hyazinthroth, von widrigem, dem Chlor ähnlichen Geruche, färbt die Haut gelb, entspricht einem spec. Gew. von 2,97, siedet bei + 63^0 und erstarrt bei — 18 bis 20^0 zu einer blättrigen graphitähnlichen Masse, ist in Wasser weniger löslich als in Chlor, löst sich aber leicht in Aether und Alkohol, wird aus den bromhaltigen abgedampften Rückständen der Salinen oder der Mutterlauge der Varecsoda, ähnlich dem Chlor, durch Destillation mit Schwefelsäure und Braunstein gewonnen. Das Verhalten des Broms gegen andere Körper ist dem des Chlors gleich, es bildet Bromüre und Bromide, oder ist nach einer andern Ansicht als Salzbilder zu betrachten (s. Chlor).

Verbindungen des Broms.

Bromsäure ($Br O_5$) bildet im wasserhaltigen Zustande eine farblose, ölartige, geruchlose, sehr saure Flüssigkeit, welche schon bei 100^0 in Brom und Sauerstoff zersetzt wird. Man erhält sie auf ähnliche Weise wie die Chlorsäure, durch Zersetzen des bromsauren Baryts mittelst Schwefelsäure.

Bromwasserstoffsäure (BrH), eine der Salzsäure entsprechende Verbindung des Broms, erscheint als farbloses, an der Luft weißes, saure Nebel bildendes Gas von 2,798 spec. Gew., welches in großer Menge von Wasser verschluckt wird und damit eine stark rauchende flüssige Säure bildet, welche sich gegen Basen und Metalle ganz so wie die Salzsäure verhält; sie bildet sich in Gasform durch directe Vereinigung der beiden Elemente in hoher Temperatur, wird aber am leichtesten erhalten, wenn man zu Phosphor, der mit Glaspulver bedeckt ist, allmälig Bromdampf treten läßt, wobei der sich bildende Bromphosphor sich mit dem Wasser in phosphorige Säure und Bromwasserstoffsäure zersetzt. Auch erhält man sie, wenn man Bromkali oder Bromnatrium mit etwas Schwefelsäurehydrat übergießt und destillirt; es entwickelt sich Bromgas und Bromwasserstoffgas; so wie man beide Gase unter Quecksilber auffängt, erhält man das Bromwasserstoffgas frei, während Brom vom Quecksilber aufgenommen wird. — Ein Gemenge von Brom, Wasser und schwefligsaurem oder unterschwefligsaurem Natron liefert ebenfalls Bromwasserstoffgas.

Jod.

Dieses Element findet sich in der Natur nie frei, aber vielfach verbreitet, wenn auch nicht in großer Menge, meistens in Begleitung mit Chlor in Meerwasser, Seepflanzen, Seethieren, in manchem Steinsalz, in Salzsoolen und Mineralquellen; sehr selten als Jodsilber.

Das Jod ist ein fester, grauschwarzer, metallglänzender Körper, der gewöhnlich in Blättchen mit der Grundform des rhombischen Oktaëders erscheint, und einem spec. Gew. von 4,94 entspricht. Verdunstet schon bei gewöhnlicher Temperatur, riecht ähnlich wie Chlor, schmeckt scharf und ist giftig, färbt die Haut bräunlichgelb, verwandelt sich beim Erhitzen in violette Dämpfe, daher sein Name. Schmilzt bei $+ 107^0$ und geräth bei $175 - 180^0$ ins Sieden; bei Abkühlung verdichten sich die violetten Dämpfe zu glänzenden Krystallen. Das Jod löst sich wenig in Wasser, leicht aber in Alkohol und Aether, Chloroform und Schwefelkohlenstoff. Es hat die Eigenschaft, Stärkemehl tief blau zu färben, wodurch sehr geringe Mengen Jod nachgewiesen werden können. Es hat bezüglich seiner Verbindungen die größte Aehnlichkeit mit Chlor und Brom; seine Verwandtschaft ist aber schwächer, als die der genannten Elemente; es bildet mit den Metallen Jodüre und Jodide.

Man gewinnt das Jod aus der Mutterlauge jodhaltiger Mineralwässer oder aus der Asche von Seepflanzen (Varecsoda). Aus dem darin enthaltenen Jodnatrium wird das Jod durch Behandeln mit Braunstein und Schwefelsäure abgeschieden, jedoch muß der Braunstein gegen das Ende der Operation zugesetzt werden, weil sich sonst Chlor entwickeln würde. Der Vorgang ist derselbe, wie bei der Darstellung des Chlors aus dem Chlornatrium, nämlich: $NaJ + MnO_2 + 2SO_3, HO = NaO, SO_3 + MnO, SO_3 + 2HO + J$.

Verbindungen des Jods.

Das Jod verbindet sich mit dem Sauerstoff in 4 Verhältnissen zu Niederjodsäure J_5O_{19}, Unterjodsäure JO_4, Jodsäure JO_5, Ueberjodsäure JO_7, von denen nur die beiden letztern Erwähnung finden können. Die Jodsäure bildet in wasserfreiem Zustande farblose, in Wasser leicht lösliche Krystalle von zusammenziehend saurem Geschmack, welche bei $+ 370^0$ in Jod und Sauerstoff zerfallen. Die Jodsäure bildet mit Wasser zwei bestimmte Hydrate; sie wird erhalten, indem man Jod in Kalilauge oder auch in höchst concentrirter Salpetersäure auflöst.

Die Ueberjodsäure entsteht an Barytorde gebunden durch Erhitzen von jodsaurer Barytorde. Ferner unter Bildung von Chlornatrium, wenn man eine mit Natronhydrat vermischte Lösung von jodsaurem Natron mit Chlorgas sättigt, wobei sich überjodsaures Natron als schwerlösliches Salz abscheidet. Die Ueberjodsäure bildet mit 5HO farblose, bei 130^0 ohne Zersetzung zerfließliche Krystalle.

Jodwasserstoff. Farbloses Gas, welches an der Luft dicke saure Nebel bildet, von 4,44 spec. Gew. Wird in großer Menge von Wasser aufgenommen und bildet damit eine flüssige Säure, welche die größte Aehnlichkeit mit der Brom- und Chlorwasserstoffsäure hat. Diese flüssige Säure wird durch Einleiten von Schwefelwasserstoff in ein Gemenge von Jod und Wasser erhalten oder durch Behandlung einer Lösung von unterschwefligsaurem Natron mit Jod ohne Anwendung von Wärme ($NaO, S_2O_2 + HO + J = NaO, SO_3 + S + JH$). Ferner stellt man sie dar durch Zersetzen des Jodphosphors mit Wasser oder durch Zusammenbringen von Phosphor, Jodkalium, Jod und Wasser ($2KJ + 5J + P + 7HO = (2KO + PO_5) + 7JH$).

Fluor.

Findet sich nur in Verbindung in der Natur und hauptsächlich im Flußspath, so wie in andern Mineralien; erscheint als ein farbloses Gas von eigenthümlichem Geruch, bleicht Pflanzenfarben nicht, greift Glas nicht an und zersetzt das Wasser schon bei gewöhnlicher Temperatur; verhält sich in seinen Verbindungen dem Chlor ähnlich; verbindet sich, außer mit dem Chlor, Sauerstoff und Platin, mit allen Elementen.

Das Fluor war bis in die neueste Zeit nur in Verbindungen bekannt, ist aber durch Zersetzen des wasserfreien Fluormetalls mittelst Chlorgas in einem Flußspathgefäß abgeschieden worden. Die wichtigste Verbindung des Fluors ist die mit dem Wasserstoff.

Fluorwasserstoffsäure oder Flußsäure (FlH). Diese Säure ist bei gewöhnlicher Temperatur flüssig, farblos, von stechendem Geruch und äußerst ätzendem Geschmack, raucht und röthet Lackmus, zerstört thierische Substanzen und zieht auf der Haut schmerzhafte und gefährliche Blasen, siedet bei $+ 15^0$

und entspricht einem spec. Gew. von 1,061. Sie verhält sich zu Metallen und Oxyden wie die andern Wasserstoffsäuren und verbindet sich mit vielen Metallen zu Fluormetallen oder Fluorüren. Sie ist von allen andern Säuren dadurch ausgezeichnet, daß sie Glas ätzt, indem sie demselben Kieselerde entzieht und mit derselben Kieselflußsäure bildet (s. Kiesel).

Die Flußsäure wird durch Destillation von fein gepulvertem Flußspath mit einem Ueberschuß von concentrirter Schwefelsäure, in einer Retorte von Blei oder Platin, mit stark abgekühlter Vorlage erhalten. Das Wasser des Schwefelsäurehydrats nämlich wird hierbei zersetzt, indem der Wasserstoff sich mit dem Fluor des Flußspaths zu Fluorwasserstoffsäure verbindet, während der Sauerstoff mit dem Calcium und der Schwefelsäure schwefelsauren Kalk bildet.

Phosphor.

Dieses Element findet sich nie frei in der Natur, sondern gewöhnlich mit Sauerstoff verbunden, in vielen Mineralien, wie die Mineralogie lehrt, und namentlich in den Knochen der Thiere; ferner in den eiweißhaltigen Substanzen und im Hirnfette.

Der Phosphor stellt in freiem Zustande einen farblosen, durchsichtigen, wachsglänzenden Körper dar, welcher aus gewissen Lösungsmitteln in rhombischen Zwölfflächnern krystallisirt. Sein spec. Gew. entspricht 1,84; er ist in der Kälte spröde, bei gewöhnlicher Temperatur von Wachsconsistenz, schmilzt bei $+ 44^0$ und erstarrt wieder amorph, siedet bei $+ 290^0$ und bildet ein farbloses Gas von 4,326 spec. Gew. Riecht knoblauchartig, raucht an der Luft, leuchtet dabei im Dunklen und ist sehr leicht entzündlich; muß daher unter Wasser aufbewahrt werden, wo er sich mit einer undurchsichtigen weißen Haut überzieht. Durch längern Einfluß des Lichts oder einer Wärme von 250^0 geht er in einen braunrothen, undurchsichtigen Zustand über, in welchem er an der Luft unveränderlich ist, nicht leuchtet und 2,1 spec. Gew. hat; er bildet dann den rothen oder amorphen Phosphor, welcher in Masse dem rothen Schwefelarsenik nicht unähnlich, von muscheligem Bruch, spröde ist, unvollkommen metallisch glänzt und sich in den Lösungsmitteln des gewöhnlichen Phosphors nicht löst. Bei 290^0 oder 261^0 in einer Atmosphäre von Kohlensäure geht er wieder in gewöhnlichen Phosphor über. — Eine schwarze Abänderung des Phosphors erhält man, wenn Phosphor längere Zeit geschmolzen und darauf schnell abgekühlt wird.

Früher stellte man diesen giftigen Körper aus faulem Harn dar, jetzt wird er aus den Knochen bereitet, welche den Phosphor in bedeutender Menge als phosphorsauren Kalk enthalten. Zu dem Ende entfernt man zuerst die Knochengallerte durch Auskochen, um sie als Leim zu brauchen, oder durch Glühen bis zur Zerstörung derselben. Die weißgebrannten Knochen werden dann zu einem feinen Pulver zermahlen, mit Schwefelsäure und Wasser zersetzt. Die helle

Flüssigkeit wird von dem Bodensatze abgegossen, bis zur Syrupconsistenz abgedampft, mit Kohlenpulver gemischt und dann getrocknet. Die getrocknete Masse wird darauf in irdene Retorten gebracht, welche man in einen Galeerenofen setzt und allmälig bis zum Weißglühen erhitzt. Als Vorlage dient ein kupfernes oder irdenes Gefäß, in welchem Wasser ein mit der Retorte verbundenes Kupferrohr absperrt, so daß nur die gasförmigen Producte (Kohlenoxyd, Kohlensäure, Wasserstoff und Phosphorwasserstoff) entweichen können, und der Phosphor, welcher in dem kupfernen Rohre verdichtet, tropfenweise sich unter Wasser erstarrt ansammelt. — Fig. 13 zeigt eine Retorte a mit kupferner Vorlage b. Im Großen werden solche Retorten der Reihe nach in eben genannten Ofen gelegt. — Auch pflegt man wohl birnförmig geformte Retorten und Vorlagen, beide von Steinzeug, anzuwenden. Der Vorgang ist folgender: Durch Zersetzung des Knochenpulvers ($3CaO + PO_5$) mit Schwefelsäure bildet sich schwefelsaurer Kalk oder Gyps und saurer phosphorsaurer Kalk. Letzterer, in Wasser löslich, wird von dem unlöslichen Gyps abgegossen und unter Zusatz von Kohlenpulver zur Trockene eingedampft und der Destillation unterworfen, hierbei erleidet er die Zersetzung, daß $^2/_3$ der in dem Gemenge enthaltenen Phosphorsäure durch die Kohle reducirt, d. h. des Sauerstoffs beraubt werden (in Folge dessen Kohlenoxydgas entweicht) und als Phosphor übergehen, während das letzte Drittel von basisch-phosphorsaurem Kalk in der Retorte zurückbleibt, denn $3(CaO, PO_5)$ oder saurer phosphorsaurer Kalk $+ 10C = 3CaO, PO_5$ oder basisch-phosphorsaurer Kalk $+ 2P + 10CO$.

Figur 13.



Verbindungen des Phosphors.

Mit dem Sauerstoff vereinigt sich der Phosphor zu einem Oxyd und 3 Säuren. **Phosphoroxyd** (P_2O) erscheint als ein gelbes, nach dem Erhitzen rothes Pulver ohne Geruch und Geschmack, welches sich weder in Alkohol noch Aether löst, und bei Zutritt der Luft erhitzt zu Phosphorsäure verbrennt. Man erhält dieses indifferente Oxyd beim Verbrennen des Phosphors stets als Rückstand. In reinem Zustande aber erhält man es, indem man Phosphor unter Wasser schmelzt und in kleinen Portionen Sauerstoffgas hinzuleitet. Es bildet sich Phosphorsäure und Phosphoroxyd, von denen erstere sich in dem Wasser löst, das letztere in der Flüssigkeit herumschwimmt. — Eine saure Abänderung wird erhalten, wenn man Phosphor mit Phosphorchlorür befeuchtet und der Luft aussetzt. Es bildet sich Phosphorsäure und ein gelber Körper, **phosphorsaures Phosphoroxyd** ($P_2O + PO_5$), der sich in Wasser löst. Aus dieser Lösung scheidet sich beim Erwärmen **Phosphor-**

oxydhydrat ($P_2O + 2HO$), welches, mit Wasser gekocht, sein Wasser verliert und als gelbes Pulver erscheint.

Unterphosphorige Säure (PO) ist nur in wasserhaltigem Zustande als eine saure, syrupdicke Flüssigkeit bekannt, welche beim Erhitzen in Phosphorwasserstoffgas und Phosphorsäure zerlegt wird. Sie ist eins der kräftigsten Reductionsmittel; mit Basen bildet sie unterphosphorigsaure Salze, welche 2 M.-G. Wasser enthalten und unter Entwicklung von Phosphorwasserstoffgas in phosphorsaure Salze verwandelt werden. — Die Säure entsteht unter gleichzeitiger Entwicklung von Phosphorwasserstoffgas, wenn Phosphor mit Baryt- oder Kalkhydrat und Wasser gekocht wird, wodurch man ein unterphosphorigsaures Salz erhält. Nimmt man z. B. Baryt, so trennt man den sich gleichzeitig bildenden in Wasser unlöslichen phosphorsauren Baryt durch Abfiltriren und zersetzt die Lösung des unterphosphorigsauren Baryts durch Schwefelsäure, wodurch sich schwefelsaurer Baryt bildet, der durch Filtration getrennt werden muß. Durch Eindampfen des Filtrats erhält man dann die unterphosphorige Säure.

Phosphorige Säure (PO_3), in wasserfreiem Zustande eine weiße, pulverförmige, sublimirbare Masse, welche sich an der Luft von selbst entzündet und zu Phosphorsäure verbrennt, in wasserhaltigem Zustande eine dicke saure Flüssigkeit, die nach vorsichtigem Verdunsten bei gelinder Wärme krystallinisch erstarrt. Sie ist giftig und oxydirt sich an der Luft zu Phosphorsäure, ist ebenfalls ein kräftiges Reductionsmittel; ihre Salze enthalten stets Wasser und verwandeln sich beim Erhitzen in phosphorsaure Salze.

Die Säure bildet sich, wenn man Phosphor in eine Glasröhre, die an einem Ende verschlossen und an dem andern in eine lange Spitze ausgezogen ist, leitet, überhaupt bei spärlichem Luftzutritt. Die so erhaltene Säure ist wasserfrei. Die wasserhaltige stellt man durch Oxydation des Phosphors mit verdünnter Salpetersäure oder durch Behandeln von Phosphorchlorür mit Wasser dar. In letzterem Falle vereinigt sich der Sauerstoff des Wassers mit dem Phosphor zu phosphoriger Säure und das Chlor mit dem Wasserstoff zu Salzsäure.

Phosphorsäure (PO_5). Diese Säure ist in Verbindungen (in Form von Salzen) in der Natur sehr verbreitet; man kennt sie wasserfrei und wasserhaltig in drei verschiedenen Hydraten. Die wasserfreie Säure stellt eine weiße, schneeähnliche Masse dar, und läßt sich erhalten, wenn man Phosphor in einer mit Sauerstoff angefüllten Glasglocke verbrennt. Sie ist feuerbeständig, kann aber mit Wasserdämpfen als Hydrat verflüchtigt werden.

Die gewöhnliche Phosphorsäure enthält 3 M.-G. Wasser ($PO_5 + 3HO$), bildet sich, wenn man eine Auflösung der wasserfreien bis zu einer Temperatur von 150° abdampft. Beim Abkühlen der Masse erhält man harte helle Krystalle, welche die obige Zusammensetzung haben und leicht zerfließen. Ihre Salze, die durch unmittelbare Sättigung entstehen, enthalten auf 1 M.-G.

Säure 3 M.=G. Basis, wovon das eine M.=G. oft durch 1 M.=G. Wasser ersetzt wird. Sie giebt mit salpetersaurem Silberoxyd einen gelben Niederschlag. — Die gewöhnlich im Handel vorkommende Phosphorsäure ist eine Lösung der eben besprochenen gewöhnlichen Phosphorsäure in Wasser und stellt eine farblose Flüssigkeit von rein saurem Geschmack dar. Man gewinnt sie durch Oxydation des Phosphors mit Salpetersäure, Abdampfen der Lösung zur Trockene und Lösen der Masse in Wasser. Für viele Zwecke ist aber die Phosphorsäure hinreichend rein, welche man durch Zersetzung weiß gebrannter Knochen mit Schwefelsäure erhält. Die saure Flüssigkeit wird von dem entstandenen Gypse getrennt und so lange Schwefelsäure hinzugesetzt, als sich noch Gyps ausscheidet (siehe Phosphor).

Das zweite Hydrat der Phosphorsäure (Pyrophosphorsäure, b=Phosphorsäure oder zweibasische Phosphorsäure $PO_5 + 2HO$) bildet sich, wenn die Lösung der gewöhnlichen Phosphorsäure abgedampft wird, bis die zurückgebliebene Masse 313^0 zeigt. Sie erscheint als glasartige Masse, die begierig Feuchtigkeit anzieht. Sie kann aber auch in Verbindung gewonnen werden, wenn man die Salze der gewöhnlichen Phosphorsäure glüht, indem 1 M.=G. des basischen Wassers entweicht. Sie bildet mit Silberoxyd ein unlösliches weißes Salz. Ihre Salze enthalten 2 M.=G. Basis.

Das erste Hydrat der Phosphorsäure (a=Phosphorsäure, einbasische oder Metaphosphorsäure $PO_5 + HO$) wird erhalten, wenn man die gewöhnliche Phosphorsäure bis zum Rothglühen erhitzt. Ihre Salze enthalten auf 1 M.=G. Säure 1 M.=G. Base. Sie unterscheidet sich von den beiden Hydraten dadurch, daß ihre Lösung mit salpetersaurem Silberoxyd einen zähen, weißen Niederschlag liefert und mit Eiweiß versetzt gerinnt. Chlorbariumlösung erzeugt in den Lösungen der Salze einen gallertartigen Niederschlag.

Außer den hier aufgeführten Hydraten sind in neuerer Zeit noch mehrere bekannt geworden, die jedoch von geringerer Wichtigkeit sind.

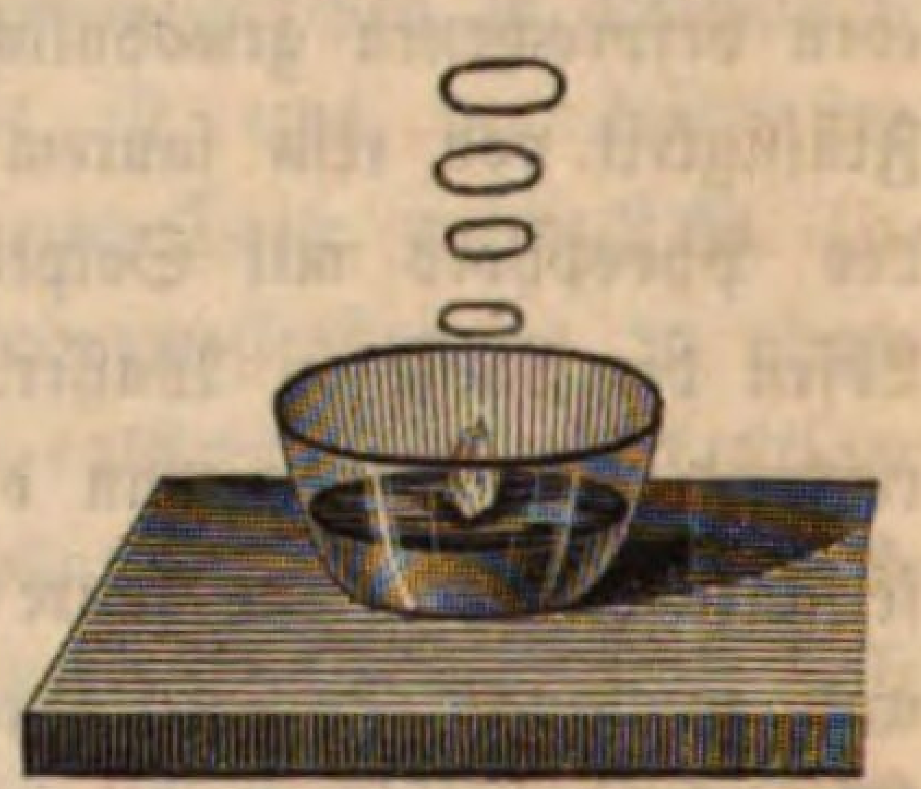
Verbindungen des Phosphors mit Wasserstoff und Chlor.

Phosphorwasserstoffgas. Phosphor und Wasserstoff vereinigen sich in mehren Verhältnissen. Die wichtigste Verbindung ist die mit 3 M.=G. Wasserstoff (PH_3), stellt ein farbloses Gas von unangenehmem knoblauchartigen Geruch von 1,185 spec. Gew. dar. Ausgezeichnet durch die Eigenschaft, sich von selbst an der Luft zu entzünden und zu Phosphorsäure und Wasser zu verbrennen. Diese Entzündlichkeit, die es nach längerer Zeit verliert, rührt von einer Spur eines darin abgedunsteten anderen Phosphorwasserstoffs (PH_2) her, der durch starke Abkühlung des Gases als eine klare, sehr flüchtige, an der Luft von selbst sich entzündende Flüssigkeit sich verdichten läßt.

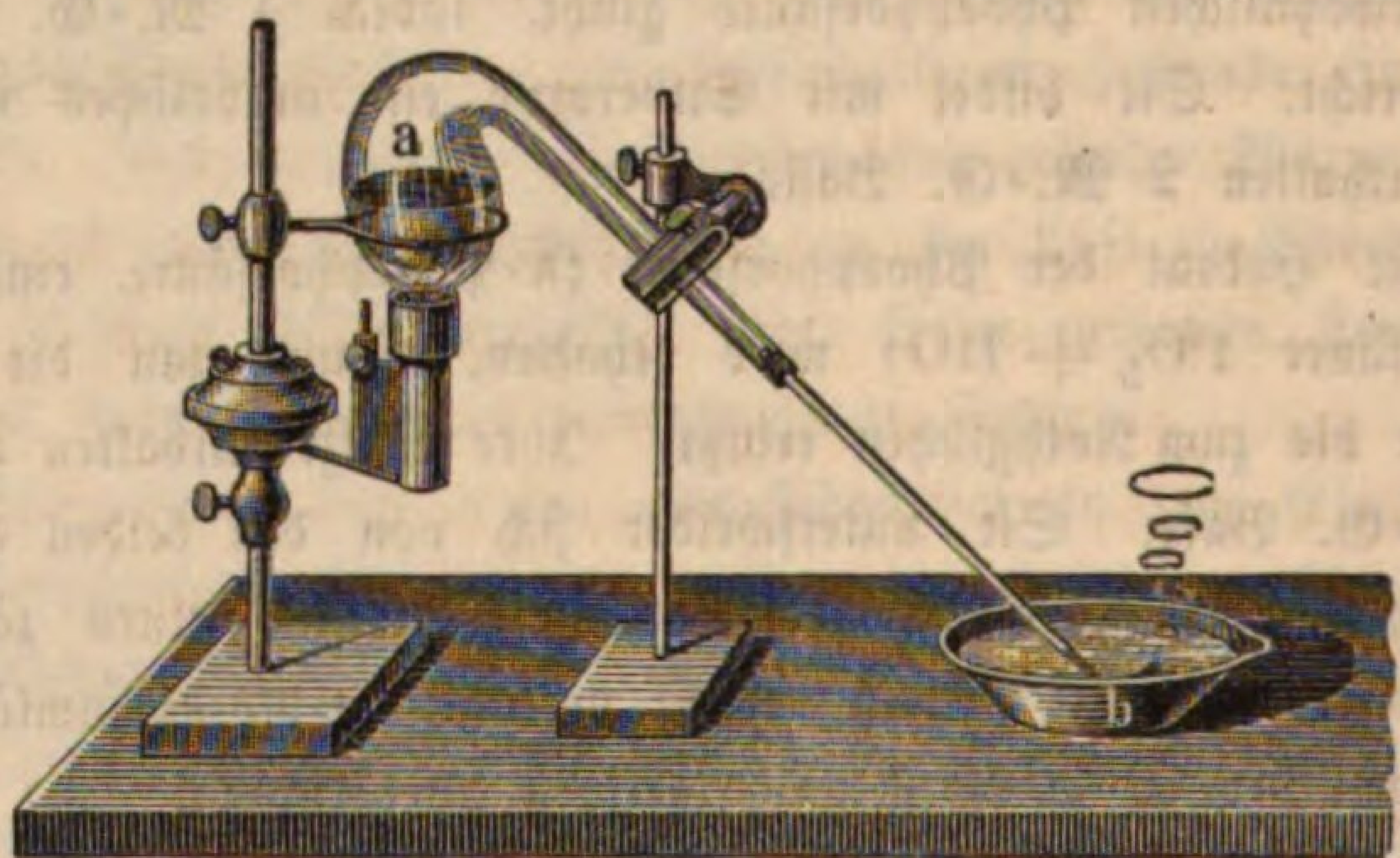
Das selbstentzündliche Phosphorwasserstoffgas wird am leichtesten erhalten, wenn man Phosphor mit gelöschtem Kalk erhitzt. Es bildet sich ein Gemenge

von Phosphorcalcium und phosphorsaurem Kalk, indem der Wassergehalt des Kalkhydrats eine Zersetzung erleidet. Wirft man dieses Gemenge in Wasser, so wird das Phosphorcalcium in Kalk und Phosphorwasserstoff zerlegt, es bilden sich sogleich Gasblasen, die aus dem Wasser entweichend sich sogleich entzünden, indem sie schöne weiße Ringe von Phosphorsäure hinterlassen, die sogleich in die Höhe steigen (s. Fig. 14). Ferner erhält man das Gas, wenn man Phosphor in Kalilauge erhitzt. Es bildet sich unterphosphorigsaures Kali und Phosphorwasserstoff entweicht. Zu dieser Darstellung bedient man sich am zweckmäßigsten einer Retorte a (s. Fig. 15), welche so viel wie möglich mit Kalilauge angefüllt und mit einem langen Glasrohre verbunden ist, welches in eine Schale b mit Wasser taucht. — Das Phosphorwasserstoffgas erinnert an die sogenannten Irrlichter.

Figur 14.



Figur 15.



Ein nicht selbstentzündliches Gas erhält man durch Erhitzen bis zum Sieden wässeriger Lösungen von phosphorigsauren und unterphosphorigsauren Salzen.

Chlorphosphor. Der Phosphor vereinigt sich, unter Feuererscheinung, mit Chlorgas und vereinigt sich mit demselben in zwei Verhältnissen: 1) Phosphorchlorür (PCl_3) bildet eine wasserklare, stark rauchende, bei 78⁰ siedende Flüssigkeit von 1,45 spec. Gew., welche entsteht, wenn Phosphor im Ueberschuß in Chlorgas erwärmt wird. 2) Phosphorchlorid (PCl_5) ist ein fester weißer, krystallinischer Körper, sehr flüchtig an der Luft, sehr stark riechend, welcher sich bildet, wenn man in dem flüssigen Chlorphosphor bis zur Sättigung Chlorgas leitet.

Mit dem Schwefel und Stickstoff bildet der Phosphor ebenfalls Verbindungen, jedoch sind diese von untergeordneter Wichtigkeit.

Bor.

Findet sich nur oxydirt als Borsäure in der Natur im Mineralreiche, im Sassolin, Tinkal ꝛc. Dieses Element war bis in die neueste Zeit nur als grünlich-braunes Pulver bekannt, ist aber neuester Zeit in Gestalt durchsichtiger, honiggelber bis dunkelgranatrother Krystalle erhalten worden, deren Glanz, Lichtbrechungsvermögen und Härte dem des Diamanten zu vergleichen ist, diesen sogar angreift. Jedoch ist die Härte bei verschiedenen Krystallen etwas verschieden, aber stets weit größer als die des Korunds, und in dieser Beziehung sind 3 Varietäten zu unterscheiden: 1) metallglänzende Blättchen, schwarz und undurchsichtig, in dünnern Theilen durchscheinend; 2) farblose, durchsichtige Krystalle; 3) die härteste Varietät, welche in kleinen stark glänzenden Krystallen auftritt, die an Härte dem Diamant nicht nachstehen sollen. — Das spec. Gew. des Bors ist 2,68. Es widersteht bei starkem Erhitzen der Einwirkung des Sauerstoffs und wird bei der zum Verbrennen des Diamanten erforderlichen Temperatur nur oberflächlich oxydirt. In Chlorgas zum Rothglühen erhitzt, verbrennt es zu Chlorbor. — Bei der Darstellung dieses diamantartigen Bors bildet sich auch ein graphitartiges Bor, welches Glanz und Form des natürlichen Graphits besitzt. Dieses widersteht unter denselben Verhältnissen, wie das diamantartige Bor, dem Einfluß der Hitze und dem Sauerstoff ꝛc. Endlich bildet sich bei der Darstellung des krystallisirten Bors noch eine dritte Modification, das amorphe Bor, welches der gewöhnlichen Kohle zu entsprechen scheint, aber sich auch in krystallisirtes Bor verwandeln läßt. Sammelt man dasselbe auf einem Filter, so verbrennt das dem Filter anhängende Bor nach dem Trocknen des Papiers sehr leicht und mit starkem Glanze.

Früher stellte man das Bor (amorphes) dar, indem man Borsäure mittelst Kalium zersetzte. Das krystallisirte oder diamantartige Bor erhielt man in neuerer Zeit dadurch, daß man auf ein Gemenge von 80 Th. Aluminiummetall mit 100 Th. geschmolzener und zerkleinerter Borsäure in einem Kohlentiegel, eine heftige Glühhitze einwirken ließ.

Das graphitartige Bor läßt sich am leichtesten erhalten, wenn man Fluorborkalium mit Aluminium behandelt und als Flußmittel ein Gemenge von gleichen Theilen Chlorkalium und Chlornatrium zusetzt. — Eine nachherige Behandlung mit Salzsäure läßt die graphitartige Modification zurück.

Das amorphe Bor bildet sich bei der Darstellung des diamantartigen Bors, wenn ein kleines Aluminiumkügelchen mit einer großen Menge Borsäure zusammentrifft. Es kann aber besser und in größerer Menge erhalten werden, wenn man 100 Th. geschmolzener, wasserfreier, gröblich gepulverter Borsäure mit 60 Th. Natrium in kleinen Stücken rasch mengt, das Gemenge in einen glühenden gußeisernen Tiegel giebt und darauf sogleich 40—50 Kochsalz schüttet, worauf man den Tiegel bedeckt. Nach dem Umrühren, mittelst eines

Eisenstabes, gießt man die glühende Masse in, mittelst Salzsäure angesäuertes Wasser, filtrirt ab, wäscht zuerst mit salzsäurehaltigem und zuletzt mit reinem Wasser aus. Alsdann läßt man die Bormasse auf porösen Steinen bei gewöhnlicher Temperatur trocknen, wonach sie als ein amorphes Pulver von unbestimmt graulich-brauner Farbe erscheint.

Verbindungen des Bors.

Borsäure (BO_3) findet sich in einigen Vulkanen und heißen Quellen Toskana's, an Basen gebunden, namentlich im Borax. Sie erscheint in farblosen, glänzenden, schuppigen Krystallen von schwachem Geschmack, in Wasser schwer löslich, schmilzt in der Wärme, sich aufblähend zu einem farblosen Glase und verliert 43,6 % oder 3 M.-G. chemisch gebundenen Wassers, denn die krystallisirte Säure ist ein Hydrat $BO_3 + 3HO$; die wasserfreie Säure schmilzt erst bei Glühhitze; die wasserhaltige verflüchtigt sich schon mit den Dämpfen von siedendem Wasser, ihre Auflösung in Weingeist röthet schwaches Lackmuspapier und brennt angezündet mit grünlicher Flamme. Sie ist eine der schwächsten Säuren und bildet mit Basen borsaure Salze.

Man stellt die Borsäure, namentlich früher, dar, indem man Borax mit Salzsäure oder Schwefelsäure zersetzt, worauf die Borsäure auskrystallisirt, welche durch Umkrystallisiren gereinigt wird, oder man reinigt die käufliche, aus den heißen Quellen in Toskana gewonnene, rohe Säure durch Umkrystallisiren aus siedend heißer, sehr verdünnter Schwefelsäure. — Die Borsäure hat, wie schon erwähnt, die Eigenschaft, von Wasserdämpfen mit verflüchtigt zu werden; in vulkanischen Gegenden steigen nun aus Spalten Dämpfe hervor, welche aus Wasserdämpfen und Borsäure entstehen (Suffioni genannt). Diese Dämpfe werden in Teiche (Lagunen) geleitet, wodurch man Lösungen von Borsäure erhält, die in Bassins durch die Hitze der Suffioni bis zu einem gewissen Grade abgedampft werden und in Krystallisirgefäßen schmutzig-graue Borsäure liefern, welche, da die Verunreinigungen meistens aus organischen Substanzen bestehen, leicht auf obige Weise gereinigt wird.

Ueber die Entstehung der Borsäure hegt man verschiedene Ansichten; am einfachsten scheint man jedoch anzunehmen, daß sich im Innersten der Erde Borstickstoff befindet, der durch heiße Dämpfe in Borsäure und Ammoniak zerlegt wird.

Fluorbor (BFl_3). Ein farbloses erstickendes Gas, zersetzt sich mit Wasser zum Theil und bildet Borfluorwasserstoffsäure, während Borsäure sich abscheidet. Man erhält es, wenn man Flußspath mit geschmolzener Borsäure erhitzt.

Stickstoffbor (BN), ein weißes Pulver, wird erhalten, wenn man 1 Th. entwässerten reinen Borax mit 2 Th. Salmiak in einem Platintiegel glüht und die erhaltene weiße Masse mit salpeterhaltigem Wasser bis zum Sieden erhitzt.

Kiesel (Silicium)

findet sich nur oxydirt als Kieselsäure und macht als solche den Bestandtheil eines großen Theils unserer Erdrinde aus; es ist nächst dem Sauerstoff der in größter Menge vorkommende Körper, bis in die neueste Zeit nur als amorphes braunes, glanzloses Pulver bekannt, jetzt aber in krystallisirtem Zustande dargestellt, und er erscheint als solches in undurchsichtigen, metallglänzenden, graphitähnlichen Krystallblättchen, welche das Glas stark angreifen, einem spec. Gew. von 2,49 entsprechen und sowohl rhomboëdrisch als auch oktaëdrisch erhalten worden sind. Früher stellte man den amorphen Kiesel durch Erhitzen der Kieselsäure mit Kalium dar. Der krystallisirte Kiesel wurde zuerst bei Gelegenheit der Darstellung des Aluminiums aus dem Kryolith dargestellt. Man erhält ihn z. B. durch Zusammenschmelzen von Aluminium mit dem 20—40-fachen Gewicht Fluorkieselnatrium oder von Aluminium mit dem 5fachen Gewicht Wasserglas und dem 10fachen Gewicht Kryolith. Zur Darstellung von reinem amorphen Kiesel soll man Natrium auf Chlorsilicium einwirken lassen. Der Kiesel kann ferner auch auf galvanischem Wege aus einer zusammengeschmolzenen Mischung von Fluorkalium und Fluornatrium erhalten werden.

Verbindungen des Kiesels.

Kieselsäure (SiO_3), die einzige Oxydationsstufe des Kiesels, ist, wie erwähnt, in der Natur sehr verbreitet, erscheint entweder krystallisirt (als Bergkrystall) oder amorph, künstlich dargestellt, als ein weißes körniges, rauh anzufühlendes Pulver, ohne Geruch und Geschmack, nur durch die höchsten Hitzgrade im Sauerstoffgasgebläse zu einem farblosen durchsichtigen Glase schmelzbar, in Wasser und Säuren, die Flußsäure ausgenommen, vollkommen unlöslich. In ätzender Kali- oder Natronlösung, oder durch Zusammenschmelzen mit ätzenden oder kohlensauren Alkalien löst sie sich auf, und wird aus dieser Lösung durch Salzsäure als Gallerte (Kieselgallerte) ausgeschieden, die, wenn sie getrocknet worden ist, eine in Säuren lösliche Modification der Kieselsäure darstellt, aber geglüht wieder unlöslich wird. Die Kieselsäure ist auf nassem Wege eine der schwächsten Säuren, ihrer Feuerbeständigkeit wegen treibt sie aber in der Glühhitze die stärksten Säuren aus. Sie bildet mit den Basen die kieselsauren Salze oder Silicate, deren große Reihe in der Mineralogie beschrieben worden ist. Diese kieselsauren Verbindungen sind in Wasser unlöslich, mit Ausnahme der basischen Silicate der Alkalien, die, in Wasser gelöst, das Wasserglas bilden, von dem beim Kali die Rede sein wird.

Aus den natürlich vorkommenden kieselsauren Verbindungen stellt man die Kieselsäure in der Weise dar, daß man dieselben in feingepulvertem Zustande mit überschüssigem kohlensaurem Kali oder Natron zusammenschmelzt, die geschmolzene Masse in Salzsäure löst, zur Trockne abdampft und glüht. Wird die geschmolzene Masse mit Salzsäure behandelt, bis zu einem gewissen Grade

abgedampft, so gesteht das Ganze nach dem Erkalten zu einer dicken aufgequollenen, durchscheinenden Gallerte; dampft man dieselbe weiter zur Trockne ab, glüht den Rückstand und behandelt denselben mit Salzsäure, so lösen sich alle Basen als Chlormetalle auf und die aufgelöste Kieselsäure bleibt zurück.

Fluorsilicium ($SiFl_3$). Ein farbloses, an der Luft stark rauchendes Gas, welches Lackmus stark röthet und sich mit Wasser zusammengebracht zersetzt. Wird durch das Flußspathpulver und Glaspulver mit Schwefelsäure dargestellt. Das Glas besteht aus kieselsaurem Natron oder Kali, die Schwefelsäure zersetzt den Flußspath in Fluor und Calcium, das Fluor wirkt auf die Kieselsäure, entzieht derselben das Silicium und entweicht als Fluorkieselgas; das Calcium des Flußspaths verbindet sich mit dem Sauerstoff der Kieselsäure zu Kalk und dieser mit der Schwefelsäure zu schwefelsaurem Kalk.

Kieselfluorwasserstoffsäure oder Kieselflußsäure ($3FlH + 2SiFl_3$) bildet sich, wenn Fluorkieselgas mit Wasser zusammengebracht wird, indem sich gleichzeitig Kieselsäure abscheidet. Sie ist löslich in Wasser und läßt sich daher durch Filtriren leicht von der abgeschiedenen Kieselsäure trennen, sie schmeckt stark sauer und bildet mit Metalloxyden unter Abscheidung von Wasser meistens lösliche krystallisirbare Salze.

B. Metalle.

Die meisten Metalle sind in pulverförmigem Zustande grau, besitzen in compactem Zustande einen eigenthümlichen Glanz. Viele kennt man in krystallisirtem Zustande und ohne Zweifel sind sie alle krystallisirbar, die meisten haben ein krystallinisches Gefüge. Sie verbinden sich sämmtlich mit Sauerstoff, mit Schwefel und Chlor und wahrscheinlich auch, vielleicht den Wasserstoff ausgenommen, mit allen nichtmetallischen Körpern, wiewohl erst wenige Verbindungen dargestellt worden sind. Mit dem Sauerstoff bilden sie basische Oxyde, einige aber auch Säuren. Mit dem Schwefel bilden sie Schwefelmetalle, welche sich meistens unmittelbar durch Erhitzen mit Schwefel bilden. Viele Schwefelmetalle können aber auch dadurch erzielt werden, daß man die Oxyde dieser Metalle mit Schwefelwasserstoffgas in Berührung bringt, oder daß man dieses Gas in die Auflösung ihrer Salze leitet, oder daß man die Oxyde in diesem Gas oder auch in Schwefelkohlenstoff glüht, oder daß man sie mit Schwefel zusammen erhitzt, oder endlich, daß man schwefelsaure Metalloxyde mit Kohle glüht. Die Chlormetalle entstehen entweder durch directe Vereinigung des Chlors mit einem Metall, wie schon beim Chlor erwähnt worden, oder man erhält sie außerdem auf verschiedene Weise, z. B. durch Auflösung der wasserzersetzenden Metalle in Salzsäure, durch Auflösung der Metalle in Königswasser, durch Behandlung mancher Oxyde mit Chlorwasserstoffsäure rc. (Weiteres siehe unter „Chlor“ und bei den einzelnen Chlorverbindungen.)

Gegen das Wasser verhalten sich die Metalle sehr verschieden, während einige das Wasser schon bei gewöhnlicher Temperatur zersetzen, sich oxydiren und Wasserstoff frei machen, findet dieses bei anderen erst in der Siedhitze und bei noch anderen erst in der Glühhitze Statt.

Die Metalle können sich ferner unter einander vereinigen und diese Verbindungen nennt man im Allgemeinen Legirungen, welche durch Zusammenschmelzen der Metalle erhalten werden, wobei häufig eine Feuererscheinung wahrnehmbar ist. Derartige Verbindungen sind z. B. Messing (Zink und Kupfer), Neusilber (Zink, Kupfer und Nickel), Kanonenmetall (Zinn und Kupfer). Obgleich sich hierbei viele Metalle nach allen Verhältnissen zusammenschmelzen lassen, so ist doch nicht zu bezweifeln, daß die Verbindungen in bestimmtem Mischungsverhältniß bestehen; schmelzt man z. B. 28 Loth Zinn mit 103,6 Loth Blei zusammen, so erhält man eine Metallverbindung, die aus 1 M.-G. Zinn und 1 M.-G. Blei und der Formel SnPb besteht. Schmelzt man aber 58 Loth Zinn und 120 Loth Blei zusammen, so erhält man ein Metallgemisch, d. h. ein Gemisch der Metallverbindung SnPb mit dem überschüssig zugesetzten Blei. — Die Verbindungen des Quecksilbers mit anderen Metallen nennt man Amalgame.

Salze.

Die große Reihe der Salze zerfällt in zwei Abtheilungen, in Amphidsalze und in Haloidsalze. Die erstern sind solche, welche aus der Vereinigung eines Metalloxydes und einer Sauerstoffsäure oder aus der Vereinigung eines basischen Schwefelmetalls und einem Sulfid entstehen, d. h. den Zünder, Sauerstoff oder Schwefel, oder in seltenen Fällen Selen oder Tellur zweimal enthalten, einmal in der Säure und einmal in der Basis. — Sie umfassen Sauerstoffsalze und Schwefelsalze und die seltenen Selen- und Tellursalze, von denen die ersteren die wichtigsten sind.

Man theilt die Sauerstoffsalze in neutrale, saure und basische. Ein neutrales Salz ist ein solches, in welchem sich der Sauerstoff der Säure zu dem der Base wie die Zahl der Sauerstoffmischungsgewichte in der Säure zu der Zahl der Sauerstoffmischungsgewichte in der Base verhält. Es entsteht demnach durch die Vereinigung von 1 M.-G. Base mit 1 M.-G. Säure, wenn das M.-G. Base 1 M.-G. Sauerstoff enthält. Verbindet sich ein neutrales Salz mit dem bestimmten M.-G. der Säure, die es enthält, so entsteht ein saures Salz. — In den sauren Salzen beträgt die Menge der Säure gewöhnlich das Doppelte der Säuremenge. Geht ein neutrales Salz mit demselben Oxyde, welches es als Base enthält, eine Verbindung ein, so ensteht ein basisches Salz. — In den basischen Salzen beträgt die Menge der Base das Doppelte oder Mehrfache der Basenmenge in den neutralen Salzen.

Vereinigen sich zwei neutrale Salze mit einander, so entstehen Doppelsalze, die entweder aus einer Base und 2 Säuren oder 2 Basen und einer Säure und endlich, obgleich sehr selten, aus 2 verschiedenen Säuren und 2 verschiedenen Basen bestehen können.

Die Verbindungen der basischen Oxyde mit Wasser nennt man Hydrate, in denen letzteres die Säure vorstellt; sie sind demnach gleich den wasserhaltigen Säuren, salzartige Verbindungen, meistens so zusammengesetzt, daß darin die Sauerstoffmenge des Wassers gleich ist der Sauerstoffmenge der Base. Manche Hydrate entstehen durch unmittelbare Vereinigung, andere durch wechselseitige Zersetzung anderer Hydrate.

Die Schwefelsalze entstehen aus einer Schwefelbase und einem Sulfid, indem der Schwefel als Säure und Base bildendes Element die Stelle des Sauerstoffs einnimmt. Ihre Anzahl ist eine weit geringere, als die der Sauerstoffsalze, da es nicht so viel Sulfide giebt wie Sauerstoffsäuren. Diese Salze entstehen theils durch unmittelbare Vereinigung der Schwefelbase mit dem Sulfid oder der Sulfosäure, theils durch Zersetzung von Sauerstoffsalzen mit Schwefelwasserstoffgas, theils durch Auflösung eines Sulfids in aufgelöstem Kali ꝛc. Sie bilden ebenfalls Doppelsalze. Als Beispiel eines solchen Amphiddoppelsalzes kann der Bournonit (Schwefelkupfer + Schwefelantimon und Schwefelblei + Schwefelantimon) aufgeführt werden. — Eine besondere Art von Amphiddoppelsalz, die erwähnt werden mag, ist die, wenn ein Schwefelsalz mit einem Sauerstoffsalz verbunden ist. Den Schwefelsalzen ähnlich verhalten sich die Selen- und Tellursalze.

Die andere Abtheilung der Salze sind die bei den Salzbildern schon erwähnten Haloidsalze, welche aus der Vereinigung eines Salzbildes (Chlor, Jod, Brom, Fluor) mit einem basenbildenden oder elektropositiven Metall, oder aus der Wasserstoffsäure eines Salzbildes mit einem basischen Metalloxyd, entstehen. Als Beispiel solcher salzähnlicher Körper kann das Chlornatrium aufgeführt werden. Was das Vorkommen der Metalle anbetrifft, so ist auf die specielle Mineralogie zu verweisen, und was die Gewinnung derselben aus ihren Erzen anlangt, so muß auf die einzelnen Metalle verwiesen werden, da dieselbe sehr verschieden von einander ist. Im Allgemeinen werden die Oxyde in eigenen Oefen, Schachtöfen und Flammenöfen, mit Kohlen geschmolzen und reducirt, indem die Kohle zugleich das Feuermaterial und Reductionsmittel ausmacht; die Schwefelmetalle werden gewöhnlich durch Rösten zuerst in Oxyde verwandelt und darauf mit Kohle reducirt. Das die Erze begleitende Gestein schmilzt hierbei ebenfalls und bildet die Schlacke, deren Beschaffenheit durch zugesetzte Flüsse (Flußspath, Quarz, Kalkstein) verbessert wird.

Alkalimetalle und deren Verbindungen.

Kalium.

Die Verbreitung dieses Metalls, welches sich nur in Verbindung findet, als Kali in Verbindung mit mehreren Säuren, vorzüglich mit Kieselsäure, ist sehr beträchtlich, so z. B. in dem vielfach verbreiteten Feldspath und Glimmer ꝛc. mit Pflanzensäuren in Pflanzensäften, daher in der Asche der Pflanzen, mit Phosphorsäure im Thierkörper, als Chlorkalium im Meerwasser ꝛc.

Das Kalium stellt ein silberweißes, stark glänzendes, geschmeidiges, sehr weiches Metall dar, welches einem spec. Gew. von 0,865 entspricht, bei 0° hart und brüchig und bei + 55° vollkommen flüssig ist; es verdampft in der Rothglühhitze und bildet ein grünes Gas; an der Luft läuft es sogleich an und oxydirt sich zu Kali, weshalb man es unter einer sauerstofffreien Flüssigkeit, dem Steinöl, aufbewahrt. Auf Wasser geworfen, entzündet es sich augenblicklich und es tritt eine Wasserzersetzung ein. Das Kalium schwimmt auf dem Wasser unter drehender Bewegung und oxydirt sich; durch die dabei entwickelte Wärme entzündet sich der frei gewordene Wasserstoff, welcher nebst einem Theile des Kaliums mit violetter Flamme verbrennt; — beiläufig bemerkt, ein sehr schönes Experiment.

Die Darstellung des Kaliums beruht auf Zersetzung des Kalis oder kohlensauren Kalis mit Kohle, für welchen Zweck man gewöhnlich ein inniges Gemenge von kohlensaurem Kali mit Kohle, durch Glühen von Weinstein in einer schmiedeeisernen Flasche, einer Destillation unterwirft, indem man die Flasche durch ein eisernes Rohr mit einer kupfernen Vorlage in Verbindung setzt, in der sich Steinöl befindet. Neuerdings wendet man aber statt einer geräumigen Vorlage enge Verdichtungsapparate, aus Eisenblech verfertigt, in Gestalt einer flachen Büchse an. Während des Processes findet eine Reduction Statt, so daß Kohlenoxydgas gebildet wird. Außerdem entweicht Kohlenwasserstoff und endlich erfolgen grüne Kaliumdämpfe. Der Rückstand in der Flasche besteht aus Kohlenoxyd-Kalium und dem Kalisalze zweier organischen Säuren, der Rhodizon- und Croconsäure.

Ferner erhält man das Kalium durch Zersetzung von Kalihydrat vermittelst des elektrischen Stromes, so wie auch durch Zersetzung von Kalihydrat mittelst metallischen Eisens in der Weißglühhitze.

Verbindungen des Kaliums.

Kaliumüberoxyd (KO_3) erscheint als ein pomeranzengelber Körper, der beim schwachen Glühen zu einer braunen Flüssigkeit schmilzt und beim Erkalten zu einer blätterig-krystallinischen Masse erstarrt.

Kaliumoxyd oder Kali (KO) wird in wasserfreiem Zustande erhalten, wenn man Kalium mit trocknem Sauerstoff zusammenbringt, ist aber als

solches von keiner Wichtigkeit, von größerer Bedeutung hingegen als Hydrat (KO, HO), eine weiße, sehr ätzende, alkalisch schmeckende und geröthetes Lackmuspapier bläuende feste Masse, die sich in Wasser leicht löst, an der Luft Feuchtigkeit und Kohlensäure anzieht und sich in kohlensaure Kalilösung verwandelt. Es löst sich in Alkohol auf und wird häufig in Form von Stengelchen in der Heilkunde verwendet. — Das Kali ist die stärkste Salzbasis. Um es darzustellen, zersetzt man kohlensaures Kali (Potasche) mittelst Aetzkalk (CaO), wodurch sich kohlensaurer Kalk und Aetzkali bildet. Letzteres wird von dem kohlensauren Kalk abgegossen und eingedampft, oder in Lösung aufbewahrt. Diese Lösung führt den Namen Kalilauge oder Aetzkalilösung.

Das Kali bildet mit der Säure Kalisalze, von denen die wichtigsten hier Erwähnung finden werden.

Kohlensaures Kali (KO, CO_2) wird durch Verbrennen der Pflanzen gewonnen. Alle Vegetabilien enthalten nämlich eine nicht unbedeutende Menge Kali, in Form pflanzensaurer Salze, deren Säuren aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehen. Durch Verbrennen werden diese Säuren zerstört und es bleibt nur 1 M.-G. Kohlenstoff mit 2 M.-G. Sauerstoff als Kohlensäure mit dem Kali zurück, während die übrigen Bestandtheile der Pflanzensäuren als Kohlenoxydgas, Kohlenwasserstoff ꝛc. entweichen.

Beim Verbrennen der Pflanzen bleibt jedoch nicht allein kohlensaures Kali zurück, sondern auch alle in der Pflanze befindlichen nicht verbrennlichen, löslichen und unlöslichen Bestandtheile. Ein derartiges Gemenge nennt man Asche; laugt man nun diese Asche mit Wasser aus, um die löslichen Bestandtheile auszuziehen, und dampft die Lösung bis zur Trockne ab, so erhält man eine weiße oder bläuliche, bröcklige Masse (Potasche genannt), welche jedoch noch nicht ganz rein ist. Indessen stellt man die Potasche in neuerer Zeit aus Runkelrübensyrup und aus dem Meerwasser dar. Aus der rohen Potasche erhält man ziemlich reines kohlensaures Kali, wenn man dieselbe mit wenig Wasser behandelt, worin sich im Wesentlichen nur dieses auflöst. Verdampft man eine solche Lösung bis zu einem gewissen Grade, so erhält man kleine Krystalle von kohlensaurem Kali ($KO, CO_2 + 2 HO$). Reiner erhält man das Salz durch Glühen von Weinstein, indem man den geglühten Rückstand mit Wasser auszieht und die Lösung abdampft; am reinsten aber durch Glühen von zweifach-kohlensaurem Kali. — Das reine Salz erscheint als eine weiße feste Masse von alkalischem, aber nicht ätzendem Geschmack, welche sich leicht in Wasser löst, an der Luft zerfließt, sich aber in Alkohol nicht löst.

Zweifach-kohlensaures Kali ($KO, 2 CO_2 + HO$) krystallisirt in durchsichtigen, nicht zerfließlichen Krystallen, verliert in der Hitze nebst dem Wasser die Hälfte der Säure, bildet sich, wenn man feuchte Potasche oder befeuchteten verkohlten Weinstein sich mit Kohlensäuregas sättigen läßt.

Salpetersaures Kali oder Salpeter (KO, NO_5). Säulenförmige Krystalle von kühlendem, scharf salzigem Geschmack, welche in der Glühhitze schmelzen und beim Erkalten zu einer undurchsichtigen krystallinischen Masse erstarren; in stärkerer Hitze Sauerstoffgas entwickeln und sich in salpetersaures Kali verwandeln; sie verpuffen in der Glühhitze mit Kohle, Schwefel 2c.; lösen sich zu 13 Th. in 100 Th. Wasser von 0^0 zu 236 Th. von 97^0.

Der Salpeter findet sich in der Natur als Auswitterung und zwar da, wo stickstoffhaltige organische Substanzen verfaulen, namentlich in heißen Klimaten. Wie schon bei der Salpetersäure erwähnt, bildet sich der Salpeter unter dem Einflusse des Sauerstoffs der Luft auf die im Boden enthaltenden verwesenden stickstoffhaltigen Substanzen unter Erzeugung von Salpetersäure, die mit den Basen, namentlich mit Kali und Kalkerde in Verbindung tritt. Derselbe Vorgang findet bei der Salpetergewinnung aus der künstlich zubetreiteten Salpetererde, einem Gemenge von Kali und kalkhaltiger Erde mit faulen verwesenden organischen Abfällen aller Art, das in lockere schmale Wände geformt und angefeuchtet Jahre lang der Luft ausgesetzt wird.

Aus solchen Erden werden die salpetersauren Salze durch Wasser ausgelaugt, indem man dabei, nach Bedarf, durch Zusatz von Holzasche das Kalksalz in Kalisalz verwandelt. — Der durch Abdampfen der Laugen erhaltene rohe Salpeter wird durch Umkrystallisiren gereinigt. Was indessen die Bildung des Salpeters anbetrifft, so scheint nach andern Beobachtern die Gegenwart organischer stickstoffhaltiger Substanzen nicht durchaus erforderlich zu sein, da auch Salpeter gefunden wurde, wo solche nicht vorhanden waren. Die Bildung der Salpetersäure läßt sich in solchen Fällen nur durch Vereinigung der Elemente, der Luft mittelst der Elektricität erklären.

In neuerer Zeit benutzt man auch häufig den Natronsalpeter zur Darstellung des Kalisalpeters, indem man ersteren durch Chlorkalium zersetzt, wodurch sich Chlornatrium und salpetersaures Kali bilden.

Schießpulver. Ist ein inniges Gemenge von durchschnittlich 75 Procent Salpeter, 12 Schwefel und 13 Kohle. Bei der Verbrennung desselben bilden sich Schwefelkalium, Stickstoffgas und Kohlensäuregas. Die Verhältnisse sind übrigens für verschiedene Pulversorten von obigem abweichend. -- Knallpulver ist ein Gemenge von 3 Th. Salpeter, 2 Th. trocknem kohlensauren Kali und 1 Th. Schwefel, schmilzt in einem Blechlöffel über der Lampe erhitzt, und explodirt mit heftigem Knall.

Chlorsaures Kali (KO, ClO_5). Weiße perlmutterglänzende, tafelförmige, rhombische Krystalle, von salpeterartigem Geschmack, in 16 Th. Wasser löslich. Schmilzt bei gelinder Hitze ohne Zersetzung, bei stärkerer Hitze unter Bildung von Chlorkalium und Freiwerden von Sauerstoff. Explodirt heftig mit brennbaren Körpern, wie mit Schwefel, Phosphor 2c. zusammengerieben, auch schon durch Stoß. Wird erhalten, indem man eine concentrirte Auflösung von Aetz=

kali oder ein inniges Gemenge von gleichen Mischungsgewichten kohlensauren Kalis und Kalkhydrat mit Chlorgas sättigt, oder auf eine Auflösung von Chlorkalium, mit Kalk zu einem Brei angerührt, Chlorgas einwirken läßt.

Ueberchlorsaures Kali (KO, ClO_7). Kleine sehr schwer lösliche Krystalle, welche durch Fällung von Kalisalzen mittelst freier Ueberchlorsäure zu gewinnen sind. (Ueber die Bildung siehe unter den Chlorsäuren.)

Unterchlorigsaures Kali (KO, ClO oder Javelle'sche Lauge), eine Flüssigkeit, die ihrer bleichenden Eigenschaften wegen häufig als Bleichmittel Anwendung findet. Man erhält es, indem man in eine Lösung von kohlensaurem Kali Chlorgas leitet; die Kohlensäure entweicht und es bildet sich unterchlorigsaures Kali und Chlorkalium ($2\,KO, CO_2 + 2\,Cl = KO, ClO + KCl$). In der Lösung befindet sich daher auch Chlorkalium, welches jedoch auf das Bleichvermögen der Flüssigkeit ohne Einfluß ist.

Schwefelsaures Kali (KO, SO_3) findet sich in geringer Menge in den Pflanzen vor, krystallisirt in sechsseitigen Säulen, ist von bitterem Geschmack, in Wasser schwer, in Alkohol nicht löslich. Wird erhalten durch Behandlung von kohlensaurem Kali in Schwefelsäure oder durch Sättigung des bei der Bereitung von Salpetersäure erhaltenen sauren schwefelsauren Kalis mit kohlensaurem Kali.

Das zweifach-schwefelsaure Kali ($KO, SO_3 + SO_3, HO$) erscheint ebenfalls in farblosen Krystallen, schmeckt sauer und ist leicht löslich. Es wird, wie erwähnt, als Nebenproduct erhalten oder auch durch Zusammenschmelzen des neutralen Salzes mit seinem halben Gewicht Schwefelsäure.

Kieselsaures Kali ist ein Bestandtheil vieler Mineralien. Wird Kieselsäure mit kohlensaurem Kali oder Aetzkali zusammengeschmolzen, so bildet sich eine Verbindung, welche die Hauptbestandtheile des Glases ausmacht. (Siehe kieselsaures Natron.) Durch Zusammenschmelzen von 10 Th. kohlensaurem Kali, 15 Th. Quarzsand und 1 Th. Kohlenpulver erhält man das sogenannte Wasserglas, eine in Wasser lösliche Glasmasse, deren Auflösung auf Holz, Tapeten, Leinwand u. s. w. zu einem glasigen gegen Feuer schützenden Firniß eintrocknet, Gyps härter macht und zu diesem Zwecke auch vielfach angewendet wird.

Chlorkalium ($K\,Cl$) findet sich in Pflanzen, im Meerwasser und in Salzsoolen jedoch in geringer Menge; krystallisirt in farblosen durchsichtigen Würfeln. Ist in Wasser leicht löslich und schmeckt dem Kochsalz ähnlich und schmilzt in der Glühhitze. Es entsteht, bei der von selbst erfolgenden Entzündung von Kalium in Chlorgas, so wie durch Auflösung von kohlensaurem Kali in Salzsäure, wird aber gewöhnlich bei verschiedenen Operationen als Nebenproduct erhalten.

Jodkalium ($K\,J$) findet sich in der Asche von Seepflanzen (in der Barecsoda), krystallisirt in blendendweißen, theils durchsichtigen Würfeln, von scharf-salzigem Geschmack, welche in Wasser leicht, ebenfalls in Alkohol löslich

sind und in der Glühhitze schmelzen. Die Verbindung läßt sich auf verschiedene Weise erhalten, so z. B. durch Auflösen von Jod bis zur Sättigung in Kalilösung, wobei sich Jodkalium und jodsaures Kalium bilden (6 J + 6 KO = 5 KJ + KO, JO 5).

Durch Glühen des bis zur Trockne erhitzten Gemenges wird auch das jodsaure Kali zersetzt, indem sämmtlicher Sauerstoff entweicht und Jodkalium zurückbleibt. Ferner erhält man die Verbindung durch Sättigung von reinem kohlensaurem Kali mit Jodwasserstoffsäure, oder durch Zersetzung von Eisenjodür mittelst kohlensaurem Kali. Das Eisenjodür wird erhalten, wenn man Jod, Eisenfeile und Wasser zusammenbringt, in welchem letzteren sich die Verbindung sogleich auflöst. Versetzt man diese Lösung mit einer heißen Lösung von kohlensaurem Kali, so bilden sich kohlensaures Eisenoxydul und Jodkalium ($FeJ + KO, CO_2 = FeO, CO_2 + KJ$). Auch durch Zersetzung des Schwefelbariums durch Jod und Zersetzung des entstandenen Jodbariums mittelst schwefelsauren Kalis wird Jodkalium erhalten.

Schwefelkalium. Das Kalium verbindet sich mit dem Schwefel in fünf verschiedenen Verhältnissen. Sämmtliche Verbindungen lösen sich in Wasser und verhalten sich gegen Sulfosäuren als Sulfobasen. Solche in Wasser löslichen Schwefelmetalle nennt man gewöhnlich Schwefellebern.

Einfach-Schwefelkalium (KS) erscheint als rothe im Bruch krystallinische Masse, welche in Wasser sich leicht löst, an der Luft zerfließt und angezündet an der Luft zu schwefelsaurem Kali verbrennt. Es wird durch Reduction des schwefelsauren Kalis mit Kohle in der Glühhitze erhalten. Es ist eine kräftige Sulfobase und verbindet sich direct leicht mit Schwefelwasserstoff zu Kaliumsulfhydrat (KS, HS), welches man im starren Zustande durch die Einwirkung von Schwefelwasserstoff auf schwach glühendes kohlensaures Kali, unter Abscheidung der Kohlensäure und Bildung von Wasser, als gelbe in Wasser und Weingeist leicht lösliche Substanz erhält. Die wässerige Lösung läßt sich indessen auch durch Einleiten von Schwefelwasserstoff in Kalilauge gewinnen.

Zweifach-Schwefelkalium (KS_2), eine rothgelbe krystallinische zerfließliche Masse, welche sich durch Glühen des zweifach-schwefelsauren Kalis mit Kohle darstellen läßt.

Dreifach-Schwefelkalium (KS_3) wird in reinem Zustande erhalten, wenn man so lange Schwefelkohlenstoff über glühendes kohlensaures Kali leitet, als sich noch ein durch Abkühlen nicht condensirbares Gas entwickelt. Es ist im geschmolzenen Zustande schwarz, nach dem Erstarren gelbgrau. Es ist neben unterschwefligsaurem Kali in einer Schwefelleber enthalten, die durch Zusammenschmelzen von 2 M.-G. reinem kohlensauren Kali und 8 M.-G. Schwefel erhalten wird.

Vierfach-Schwefelkalium (KS_4) entsteht durch Glühen von neutralem schwefelsauren Kali in Schwefelkohlenstoffdampf.

Fünffach-Schwefelkalium (KS_5) bleibt stets zurück, wenn man eine der niedrigen Schwefelungsstufen des Kaliums mit überschüssigem Schwefel zusammenschmelzt. So dargestellt ist es dunkelgelbbraun. Gemengt mit unterschweflig- oder schwefligsaurem Kali wird es durch Zusammenschmelzen von gleichen Theilen kohlensauren Kalis und Schwefel erhalten und bildet dann eine leberbraune Masse (Schwefelleber).

Legirungen des Kaliums.

Das Kalium vereinigt sich mit den meisten Metallen.

Natrium

findet sich als Natron in vielen Gesteinen, mit Säuren verbunden. In der Thier- und Pflanzenwelt, als Chlornatrium in fast allen Mineralwassern, Salzquellen 2c. Ist dem Kalium sehr ähnlich, oxydirt sich etwas weniger leicht. Entzündet sich nicht auf kaltem Wasser, oxydirt sich aber darauf herumschwimmend und entzündet sich auf warmem Wasser mit großer Heftigkeit. Sein spec. Gew. entspricht 0,972.

Die Darstellung des Natriums ist der des Kaliums ähnlich, indem man kohlensaures Natron mit Kohle einer Destillation unterwirft. In neuerer Zeit nimmt man für die Darstellung im Großen 100 Th. geglühter Soda, 12 Th. Kreide und 15 Th. fein gepulverter Steinkohle, fertigt aus dem ganzen Gemenge einen Teig an und erhitzt denselben in schmiedeeisernen Flaschen oder gußeisernen Cylindern.

Verbindungen des Natriums.

Mit Sauerstoff bildet dieses Metall ein Natriumoxyd oder Natron und ein Natriumüberoxyd.

Das Natron oder Aetznatron (NaO) hat in Eigenschaft und Bildung viel Aehnlichkeit mit dem Kali, unterscheidet sich aber dadurch von demselben, daß es nicht zerfließt, sondern an der Luft nur etwas feucht wird, Kohlensäure anzieht und sich in ein kohlensaures Salz verwandelt. Es ist eine minder starke Base als das Kali. Mit Wasser geht es eine krystallinische Verbindung ein. Es wird dem Kali ähnlich durch Zersetzen des kohlensauren Natrons mittelst Aetzkalk dargestellt.

Die Auflösung des Natronhydrats bildet die Natronlauge, welche zum Fällen gewisser Metalloxyde und zur Seifenfabrikation benutzt wird. Mit Säuren bildet das Natron die Natronsalze, welche sich dadurch von den Kalisalzen unterscheiden, daß sie nicht zerfließen, sondern ihr oft in großer Menge vorhandenes Krystallwasser nach und nach verlieren und verwittern.

Kohlensaures Natron ($NaCO_2$) findet sich in der Natur in einigen [S]een und Mineralquellen und bildet sich außerdem durch Verbrennen von See- [un]d Meeresstrandpflanzen, indem die pflanzensauren Natronsalze kohlensaures

Natron in der Asche zurücklassen. Diese Asche, eine salzartige halbgeschmolzene grauweiße Masse, führt den Namen rohe Soda oder Varecsoda, wenn diese durch Verbrennen von Varec dargestellt worden. Die rohe Soda ist sehr unrein und enthält viele andere Salze. Durch Behandeln derselben mit Wasser erhält man krystallisirtes Sodasalz, verunreinigt mit den löslichen Bestandtheilen der rohen Soda. Auf einem andern Wege bereitet man die Soda durch Zersetzen des Kochsalzes mittelst Schwefelsäure in einem Flammenofen, wobei sich schwefelsaures Natron und Salzsäure bilden, welche letztere entweicht. Das schwefelsaure Natron wird dann durch kohlensauren Kalk und Kohle, indem man dieses Gemenge in einem Flammenofen glüht, bis die Masse teigig geworden ist, in rohes kohlensaures Natron übergeführt. Die Kohle wirkt nämlich auf das kohlensaure Natron reducirend ein, indem sich Schwefelnatrium bildet und Kohlenoxyd entweicht ($NaO, SO_3 + 4\,C = 4\,CO + NaS$). Durch gegenseitige Zersetzung des Schwefelnatriums und kohlensauren Kalk bilden sich Schwefelcalcium und kohlensaures Natron ($NaS + CaO, CO_2 = CaS + NaO, CO_2$).

Wird die so erhaltene graue und schlackenartige rohe Soda mit kaltem Wasser ausgezogen und die Lösung bis zu einem gewissen Grade abgedampft, so scheidet sich beim Erkalten krystallisirtes kohlensaures Natron ($NaO, CO_2 + 10\,HO$) aus, indem die übrigen gelösten fremdartigen Bestandtheile meistens in der Mutterlauge bleiben. Nochmaliges Umkrystallisiren liefert das Salz rein, welches in großen farblosen rhombischen Säulen mit 62,7 Proc. Wassergehalt krystallisirt, die an der Luft oder beim Erhitzen das Wasser verlieren und dann das trockene oder zerfallene kohlensaure Natron bilden.

Anderthalb-kohlensaures Natron ($2\,NaO, 3\,CO_2 + 4\,HO$) bildet sich, wenn man eine wässerige Lösung von zweifach-kohlensaurem Natron verdampft. Das Salz findet sich an den Ufern der Natronseen in großer Menge in der Provinz Sukena in Afrika, von wo es unter dem Namen „Trona" ausgeführt wird, ferner in Aegypten und endlich in Mexiko, wo es Urao genannt wird.

Zweifach-kohlensaures Natron ($NaO, 2\,CO_2 + HO$) krystallisirt in geschobenen vierseitigen Tafeln, welche schwach alkalisch schmecken, rothes Lackmus schwach bläuen und sich in Wasser lösen. Das Salz wird gewonnen, wenn man über gewöhnliches kohlensaures Natron Kohlensäuregas leitet. Es macht einen Bestandtheil des bekannten Brausepulvers aus, welches man aus 5 Th. gepulverten kohlensauren Natrons und 4 Th. gepulverter Weinsteinsäure darstellt.

Schwefelsaures Natron (Glaubersalz, $NaO, SO_3 + 10\,HO$) krystallisirt in langen vierseitigen Säulen von bitter-salzigem Geschmack, welche an der Luft verwittern, sich zu 12 Th. in Wasser von 0^0, zu 48 Th. in Wasser von 18^0, zu 322 Th. in Wasser von 33^0 lösen. Der Luft oder Wärme ausgesetzt

verliert das Salz die 10 M.-G. oder 55,76 Proc. Krystallwasser und liefert dann trocknes, weißes Glaubersalz. Es findet sich häufig in Mineralwassern und Salzquellen mit Kochsalz und Gyps, und wird daraus erhalten, wenn man die von dem ausgeschiedenen Kochsalz zurückgebliebene Mutterlauge im Winter dem Frost aussetzt, wodurch es auskrystallisirt. Außerdem gewinnt man es vielfach als Nebenproduct z. B. bei der Salmiakgewinnung, Bereitung von Salpetersäure aus Chilisalpeter, Salzsäurebereitung oder durch Zersetzung des Kochsalzes mittelst Schwefelsäure.

Salpetersaures Natron (Chilisalpeter, Würfelsalpeter, NaO, NO_5) findet sich in ausgedehnten Lagern zwischen Chili und Peru. Es wird durch Umkrystallisiren gereinigt und krystallisirt in wasserfreien stumpfen Rhomboëdern, die sich leicht in Wasser lösen und kühlend-bitterlich schmecken. Uebrigens sind die Eigenschaften dieses Salzes dem Salpeter sehr ähnlich.

Borsaures Natron. Der Borax oder das zweifach-borsaure Natron (NaO, $2\,BO_3 + 10\,HO$) findet sich schon fertig gebildet in einigen Seen Tibets. Der durch Krystallisation aus diesen Wassern erhaltene Borax führt den Namen „Tinkal". Durch Auflösen desselben in Wasser und Behandeln mit Kalk, um eine begleitende fettartige Substanz zu entfernen, Filtriren und Abdampfen erhält man den reinen Borax, welcher aber jetzt auch vielfach durch Zersetzung von kohlensaurem Natron mittelst natürlich vorkommender Borsäure gewonnen wird. Er krystallisirt in farblosen schiefen rhombischen Säulen, verwittert an der Oberfläche, löst sich in Wasser, besitzt einen süßlich-alkalischen Geschmack; verliert beim Erhitzen sein Krystallwasser und bläht sich dabei auf, und schließlich bleibt eine weiße schlammige Masse zurück. In der Glühhitze schmilzt er zu einem farblosen Glase. Dampft man eine Boraxlösung ein, und erhält sie auf einer Temperatur von 60—70°, so krystallisirt der Borax in Oktaëdern heraus, die nicht verwittern und 5 M.-G. Wasser enthalten. Dieses Salz führt den Namen: „oktaëdrischer Borax".

Phosphorsaures Natron. Das wichtigste Natronsalz der Phosphorsäure ist das der gewöhnlichen Säure, welches aus 1 M.-G. Phosphorsäure, 2 M.-G. Natron, aus 1 M.-G. basischem Wasser und 24 M.-G. Krystallwasser ($2\,NaO, HO + PO_5 + 24\,HO$) besteht. Dieses phosphorsaure Natron krystallisirt in schiefen rhombischen Säulen, die sich in Wasser leicht lösen, und deren Lösung alkalisch schmeckt und reagirt. Es verliert beim Erhitzen im Anfange Krystallwasser. Bei starkem Glühen aber auch basisches Wasser und verwandelt sich dann in pyro- oder paraphosphorsaures Natron. Man erhält es durch Sättigung des kohlensauren Natrons mittelst Phosphorsäure.

Kieselsaures Natron. So wie kohlensaures Kali zur Darstellung von Wasserglas verwendet wird, kann man auch kohlensaures Natron zu gleichem Zwecke benutzen, wodurch man dann kieselsaures Natron erhält, welches hinsichtlich seiner Eigenschaften dem Kalisalz gleicht. Das kieselsaure Natron ist

ferner ein Hauptbestandtheil vieler kieselsaurer Mineralien. Auch das Glas gehört zu den kieselsauren Salzen der Alkalien. Dieses ist ein amorphes zusammengeschmolzenes Gemenge, im Wesentlichen aus kieselsaurem Alkali, kieselsaurer Kalkerde und zuweilen auch aus kieselsaurem Bleioxyd bestehend. Das Alkali ist entweder Kali oder Natron, oder beides zugleich; jedoch sind die quantitativen Verhältnisse dieser Basen, so wie andere absichtlich zugesetzten oder durch unreine Materialien hinzugekommenen in den verschiedenen Glassorten sehr verschieden. Die Hauptmaterialien für die Glasfabrikation sind: Sand oder Quarz, Potasche oder Soda, auch Glaubersalz und Kalk. Diese Substanzen werden in bestimmten durch die Erfahrung ermittelten Verhältnissen mit einander gemengt und diese Masse (Glassatz) wird gut ausgetrocknet in schon glühende irdene Tiegel (Glashäfen) eingetragen und im Glasofen durch anhaltendes Feuer zu Glas geschmolzen. Gewöhnlich setzt man dem Glassatze zur Reinigung färbender Substanzen solche hinzu, welche durch Entwicklung von Sauerstoff eine Entfärbung hervorrufen. Zur Entfärbung kohlehaltiger Gläser z. B. Salpeter, zum Entfärben eisenoxydulhaltiger Gläser, Braunstein und arsenige Säure. Oft wendet man auch, wenn bleihaltiges Glas dargestellt werden soll, Mennige an, welche in der Hitze ebenfalls Sauerstoff abgiebt.

Zur Darstellung von Bouteillenglas nimmt man Salz, Holzasche, Rückstände von der Bereitung der Seifensiederlauge, gewöhnliche Sodasorten, Schlacken u. s. w. Die grüne und gelbe Farbe desselben rührt von Metalloxyden, namentlich von Eisenoxydul und Eisenoxyd her. Für weißes Glas wählt man eisenfreien Sand, gereinigte Potasche, Kreide oder Kalk und zur Entfärbung Salpeter, oder auch wohl Braunstein. Das englische Kronglas hat eine ähnliche Zusammensetzung, wird aber anstatt aus Potasche, aus Soda bereitet. Das sogenannte Bleiglas (Flintglas, Krystallglas) wird gewonnen, indem man dem Glassatz noch eine gewisse Menge Mennige hinzusetzt. — Krystallglas bezeichnet jetzt das zu Luxusgegenständen verwendete Bleiglas; Flintglas hingegen nennt man das zu optischen Instrumenten verwendete Bleiglas. — Früher bezeichnete man jedes farblose Glas mit dem Namen „Krystallglas". Das reinste Bleiglas ist der sogenannte Straß, ein klares sehr leicht schmelzbares Glas, dessen Grundmasse durchsichtig ist, durch verschiedene Metalloxyde gefärbt wird und die künstlichen Edelsteine bildet.

Die meisten Glasgegenstände werden geblasen (Hohlglas, Tafelglas), andere werden gegossen und zum Theil durch Pressen geformt. Alle fertigen Gegenstände müssen, um nicht nachher bei Temperaturwechsel leicht zu springen, sehr langsam abgekühlt werden und kommen zu dem Ende noch glühend in einen dunklen, noch glühenden Kühlofen, in welchem man sie erkalten läßt.

Das Glas ist von verschiedener Schmelzbarkeit; das bleihaltige ist das leichter flüssige. Die gefärbten Glasarten werden durch Zusatz von färbenden Metalloxyden erzeugt, z. B. rothes durch Goldpurpur oder Kupferoxydul,

blaues durch Kobaltoxydul, graues durch Kupferoxyd und Chromoxyd, violettes durch Manganoxyd, gelbes durch Chromoxyd und Manganoxyd, weißes und undurchsichtiges durch Zinnoxyd, milchweißes durch Knochenerde ꝛc.

Verbindungen des Natriums mit den Salzbildern und dem Schwefel

sind hinsichtlich ihrer Zusammensetzung und meisten Eigenschaften denen des Kaliums gleich. Es wird daher hier nur die Verbindung des Natriums mit Chlor ausführlich erwähnt.

Chlornatrium oder Kochsalz ($NaCl$) findet sich in großer Menge als Steinsalz in mächtigen Lagern, aufgelöst im Meerwasser und in Salzquellen; ferner in Pflanzen. Es krystallisirt in weißen luftbeständigen Würfeln, ist in gleicher Menge kaltem und siedendem Wasser und auch etwas in Alkohol löslich; enthält kein chemisch gebundenes aber etwas mechanisch eingeschlossenes Wasser, weshalb es beim Erhitzen verknistert. Es läßt sich schmelzen und erzeugt beim Auflösen in Wasser eine bedeutende Temperaturerniedrigung. — Geschmack ist bekannt. — Das Steinsalz unterscheidet sich von dem gewöhnlichen Kochsalz, daß es große fast durchsichtige, mitunter rothgefärbte Krystalle bildet, welche beim Erhitzen nicht verknistern. Das Chlornatrium wird theils bergmännisch als Steinsalz dargestellt, theils durch Abdampfen der als Salzsoole natürlich vorkommenden Auflösung, theils durch Verdunsten des Meerwassers gewonnen. Das Steinsalz ist oftmals zum Gebrauch hinreichend rein, wo nicht, wird es durch Filtriren und Abdampfen gereinigt.

Die Gewinnung des Kochsalzes aus den Salzsoolen beruht darauf, daß man dieselben bei hinreichendem Gehalt an Kochsalz ungefähr bis zu 18—20 Procent abdampft und dadurch verstärkt, daß man die Soolen mittelst Saugpumpen auf die sogenannten Gradirhäuser hebt, so fein vertheilt, durch Dornen herabfließen läßt, wodurch wegen der größeren Oberfläche ein großer Theil des Wassers verdunstet und zugleich der in den Soolen enthaltene Gyps sich als sogenannter Dornstein absetzt, so daß das Gradiren als ein Abdampfungs- und Reinigungsproceß zu betrachten ist. Die so gradirte Soole wird bis zu einem gewissen Grade abgedampft, bei welchem das Kochsalz sich ausscheidet und dann von der Flüssigkeit getrennt wird. In der Mutterlauge bleibt Kochsalz mit Chlormagnesium und Glaubersalz gemengt. Sie werden entweder abgedampft und als gelbes Salz oder Viehsalz benutzt, oder zur Darstellung von Magnesia oder Glaubersalz verwendet. Um das Salz aus dem Meerwasser zu gewinnen, leitet man dasselbe an den Küsten südlicher Länder in viele flache Bassins und läßt es durch die Sonnenwärme verdunsten, wobei das Salz zurückbleibt. In kalten Ländern stellt man das Salz aus dem Meerwasser durch Gefrieren desselben dar. Anfänglich erhält man Eis mit geringen Spuren von

Salz und dann ein sehr salzhaltiges Wasser, welches durch Abdampfen Kochsalz absetzt.

Lithium (Li),

ein im Ganzen seltenes Metall, findet sich in verschiedenen Mineralien, dem Triphylin, Lepidolith, Petalit, Lithionglimmer u. s. w. (siehe Mineralogie). Es ist silberweiß, läuft aber auf der Schnittfläche sofort gelblich an, zeigt auf dem Probirstein einen grauen Strich, ist sehr zähe und läßt sich zu Draht ausziehen, schmilzt bei 180^0 und besitzt ein spec. Gew. von 0,589, schwimmt daher auf Steinöl und ist der leichteste aller festen Körper. Es wird aus reinem Chlorlithium durch Zersetzung mittelst des elektrischen Stromes dargestellt.

Lithion oder Lithiumoxyd (LiO) ist nur als Hydrat bekannt, bildet in diesem Zustande eine weiße krystallinische Masse, die ätzend und alkalisch reagirt. Es löst sich in Wasser weit weniger als Kali und Natron. Man stellt es auf gleiche Weise dar wie das betreffende Kali oder Natron, nämlich durch Zersetzen des kohlensauren Lithions mit Aetzkalk. (Weiteres siehe bei dem kohlensauren Salz.) Die wichtigsten sind das kohlensaure Lithion und schwefelsaure Lithion.

Kohlensaures Lithion (LiO, CO_2) bildet sich, wenn schwefelsaures Lithion mit essigsaurem Baryt gefällt wird, wobei essigsaures Lithion in Lösung geht, welches abgedampft und durch Glühen des Rückstandes kohlensaures Salz liefert. Löst man ferner gröblich zerkleinerten Triphylin in concentrirter Salzsäure und setzt der Lösung Salpetersäure und Eisenchlorid hinzu, dampft dann die Lösung ab und zieht den Rückstand mit siedendem Wasser aus, so erhält man unreines Chlorlithium in Lösung, welches bis zur Trockne abgedampft, mit Oxalsäure erhitzt und geglüht, kohlensaures Lithion liefert.

Schwefelsaures Lithion (LiO, SO_3) erhält man durch Zersetzen des Triphylins.

Chlorlithium (Li Cl) wird durch Lösen des kohlensauren Lithions in Salzsäure und auch auf oben angegebene Weise direct aus dem Triphylin erhalten. Es krystallisirt in farblosen Würfeln, die sich in Wasser und Alkohol sehr leicht lösen.

Ammonium

ist ein aus 1 M.-G. Stickstoff und 4 M.-G. Wasserstoff bestehender Körper, der noch nicht für sich abgeschieden worden, sondern nur in Verbindung mit Quecksilber als Ammoniumamalgam dargestellt worden ist. Obgleich nun ein solches zusammengesetztes Radical strenge genommen nicht unter die Metalle gehört, so zeigen doch alle die Verbindungen dieses Körpers eine solche Aehnlichkeit mit den Metallen der Alkalien, daß demselben am entsprechendsten unter diesen einen Platz gebührt. Das Ammonium bildet mit 1 M.-G. Sauerstoff ein basisches Oxyd, das Ammoniumoxyd (NH_4O); mit Chlor bildet es eine

dem Chlorkalium analoge Verbindung, das Chlorammonium (NH_4 Cl) oder den Salmiak. Als Amalgam hat man es dargestellt, indem man unter Mitwirkung von Quecksilber ein Ammoniumoxydsalz durch die galvanische Säule zerlegte oder Kaliumamalgam mit Chlorammonium zusammenbrachte, wobei sich Chlorkalium und Ammoniumamalgam in Gestalt einer grauen steifen metallglänzenden Masse bildete.

Ammoniak (NH_3) findet sich nur in Verbindung, an Chlorwasserstoff gebunden, als Salmiak, unter vulkanischen Sublimationsproducten. Es bildet sich bei der Fäulniß stickstoffhaltiger organischer Körper, kommt außerdem in den Ausdünstungen einiger Thiere und Pflanzen vor; entsteht ferner, wenn man einige Metalle in Salpetersäure löst, bildet sich bei allen Oxydationsprocessen, die unter gleichzeitiger Einwirkung von Luft und Wasser vor sich gehen, durch Vereinigung der beiden Gase mittelst des elektrischen Funkens 2c.

Das Ammoniak ist ein farbloses Gas von stechendem eigenthümlichen Geruch, bei — 40^0 oder unter einem Druck von 6 Atmosphären bei + 10^0 zu einer farblosen dünnen Flüssigkeit verdichtbar, die bei — 80^0 krystallinisch erstarrt. Es reagirt und schmeckt scharf alkalisch und bildet in Berührung mit sauren Gasen dicke weiße Nebel, so z. B. mit Chlorwasserstoffgas durch eine glühende Röhre geleitet, wird es in seine Bestandtheile zerlegt. Vom Wasser wird es leicht aufgenommen und zwar fast zur Hälfte des Gewichts desselben. Die Lösung ist unter dem Namen Ammoniakflüssigkeit oder Salmiakgeist bekannt. Man stellt das Ammoniakgas dar, indem man Salmiak mit gebranntem Kalk mengt und in einem Kolben erwärmt, wobei sich durch Einwirkung des Kalks auf den Salmiak (NH_4 Cl) Chlorcalcium bildet, während Ammoniak und Wasser entweichen ($NH_4\,Cl + CaO = Ca\,Cl + HN_3, HO$). Um das Gas in reinem Zustande aufzufangen, muß man sich des Quecksilbers bedienen. Zur Darstellung des flüssigen oder wässerigen Ammoniaks (der Ammoniakflüssigkeit oder Salmiakgeist) fängt man das Gas in Wasser auf und bedient sich dazu des Woulf'schen Apparats (s. Fig. 12 beim Chlor), indem man je nach der gewünschten Stärke die einzelnen Flaschen bis zu $^1/_3$ oder zur Hälfte mit Wasser anfüllt. Der Salmiakgeist stellt eine farblose Flüssigkeit dar, welche mit den Eigenschaften des Ammoniakgases begabt ist, gewöhnlich 32 $^0/_0$ Ammoniakgas enthält und dann einem spec. Gew. von 0,872 entspricht.

Ammoniaksalze. Die Verbindungen, welche man mit diesem Namen bezeichnet, müssen richtiger Ammoniumoxydsalze genannt werden, da das Ammoniak erst durch Aufnahme von 1 M.-G. Wasser in ein basisches Oxyd verwandelt wird und dann der Formel NH_4 O entspricht.

Kohlensaures Ammoniumoxyd oder Ammoniak. Das Ammoniak verbindet sich mit der Kohlensäure zu neutralem, anderthalb- und zweifachkohlensaurem Ammoniakoxyd. Bringt man Kohlensäure und Ammoniakgas zusammen, so bildet sich wasserfreies kohlensaures Ammoniak, eine weiße krystallinische

Masse, welche mit Wasser das eigentliche kohlensaure Ammoniak (NH_4O, CO_2) liefert.

Anderthalb-kohlensaures Ammoniumoxyd (Riechsalz oder Hirschhornsalz $2 NH_4O, 3 CO_2$), eine weiße krystallinische Masse, in Wasser leicht löslich, von alkalischem Geschmack und alkalischem Geruch, welches sich an der Luft nach und nach in zweifach-kohlensaures Ammoniak verwandelt. Man stellt es auf verschiedene Weise dar, meistens im Großen durch Erhitzen stickstoffhaltiger Substanzen, wie Horn, Hufe, Knochen 2c. in eisernen Cylindern. Das so erhaltene Product ist aber von brenzlichem Oel begleitet und muß daher noch einer besondern Reinigung unterworfen werden, indem man es trocknet und über Thierkohle destillirt. Ferner erhält man das Salz durch Destillation verfaulten Harns, durch Zersetzung des schwefelsauren Ammoniaks mittelst kohlensauren Kalks. Das schwefelsaure Ammoniak wird zu diesem Zwecke leicht gewonnen, indem man das bei der Leuchtfabrikation sich bildende Ammoniakgas durch schwefelsäurehaltige Wasser leitet. Endlich stellt man auch das kohlensaure Ammoniak durch Sublimation eines Gemenges von 1 Th. Salmiak mit 2 Th. Kreide dar, wobei Chlorcalcium in dem Sublimirgefäße zurückbleibt, während anderthalb-kohlensaures Ammoniak und freies Ammoniak entweichen.

Zweifach-kohlensaures Ammoniak (NH_4O, CO_2) krystallisirt in einer dem doppelt-kohlensauren Kali ähnlichen Gestalt, ist löslich in Wasser und reagirt nicht alkalisch. Es findet sich in Südamerika in der Nähe der Guanolager und bildet sich, wie erwähnt, wenn man anderthalb-kohlensaures Ammoniak der Luft aussetzt.

Schwefelsaures Ammoniumoxyd (NH_4O, SO_3) krystallisirt in sechsseitigen Säulen von bitterem stechenden Geschmack; läßt bei gelindem Erhitzen Ammoniak entweichen, wonach zweifach-schwefelsaures Ammoniumoxyd zurückbleibt. Es findet sich in der Natur als Mascagnin und wird künstlich dargestellt, indem man schwefelsauren Kalk mit kohlensaurem Ammoniak behandelt, wobei sich im Wasser lösliches schwefelsaures Ammoniumoxyd bildet. Außerdem erhält man es, wie oben erwähnt, bei der Leuchtgasbereitung.

Salpetersaures Ammoniumoxyd (NH_4O, NO_5) krystallisirt in gestreiften sechsseitigen Säulen von scharfem stechenden Geschmack, welche in ihrem Krystallwasser schmelzen und bei starkem Erhitzen verpuffen. Man erhält das Salz durch Sättigen von verdünnter Ammoniakflüssigkeit, oder dem kohlensauren Ammoniumoxyd mit Salpetersäure.

Salpetrigsaures Ammoniumoxyd (NH_4O, NO_3) wird durch Zersetzung von salpetrigsaurem Silberoxyd mit Chlorammonium, unter Abscheidung von Chlorsilber, in Lösung oder auch durch Zersetzung von salpetrigsaurem Bleioxyd mit schwefelsaurem Ammoniumoxyd erhalten. — Die Lösung zerfällt beim Kochen in Wasser und Stickstoff. Unter der Luftpumpe verdunstet, bleibt eine krystallinische Masse zurück.

Phosphorsaures Ammoniumoxyd ($2\,NH_4O, HO + PO_5$) bildet große durchsichtige Krystalle und wird durch Sättigung der aus Knochen abgeschiedenen Phosphorsäure mit überschüssigem Ammoniak und Abdampfen erhalten.

Phosphorsaures Natron-Ammoniumoxyd (Phosphorsalz $NaO\,HO, NH_4O + PO_5 + 8\,HO$). Eine Doppelverbindung von phosphorsaurem Ammoniumoxyd, Natron und Wasser, ist im menschlichen Harn enthalten und krystallisirt aus demselben in gefaultem Zustande. Wird gewöhnlich aus einer heißen Auflösung von 6 Th. gewöhnlichem phosphorsauren Natron und 1 Th. Salmiak beim Erkalten derselben erhalten. Verwandelt sich beim Erhitzen unter Verlust von Wasser und Ammoniak in leicht schmelzbares phosphorsaures Natron. Es dient zu Löthrohrproben.

Chlorammonium ($NH_4\,Cl$) findet sich natürlich als vulkanisches Product in den Spalten und Höhlungen der Lava; ist ein häufiges Zersetzungsproduct der Destillation kochsalzhaltiger Gemenge organischer Körper und findet sich reichlich im Ruß des Kameelmistes. Das Salz ist farblos, krystallisirt in Würfeln oder Oktaëdern, die gewöhnlich aneinander gereiht sind und als biegsame Nadeln erscheinen. Es ist schwer pulverisirbar, von 1,5 spec. Gew., von scharf salzigem unangenehmen Geschmack, löst sich leicht in Wasser und auch in Alkohol. Verdampft beim Erhitzen ohne zu schmelzen und unzersetzt. Auf nassem Wege dargestellt schmilzt es in der Wärme in seinem Krystallwasser.

Früher stellte man das Salz ausschließlich aus dem Kameelmist in Aegypten dar, indem man den durch Verbrennen des Mistes gebildeten salmiakhaltigen Ruß in Töpfen erhitzte, in denen der Salmiak am obern Theile in Gestalt einer weißen durchscheinend faserigen krystallinischen Masse absetzt. Jetzt bereitet man ihn gewöhnlich durch Zersetzung des kohlensauren Ammoniaks durch schwefelsauren Kalk und Sublimiren des entstandenen getrockneten schwefelsauren Ammoniumoxyds mit Chlornatrium, wobei Salmiak entweicht und Glaubersalz zurückbleibt. Oder man sättigt endlich auch das bei der trocknen Destillation thierischer Abfälle gewonnene kohlensaure Ammoniumoxyd unmittelbar mit Schwefelsäure.

Der Salmiak kann auch durch Vereinigung beider Gase oder durch Sättigung von wässerigem Ammoniak mit Salzsäure erhalten werden.

Schwefelammonium (NH_4S) bildet sich, wenn man bei niederer Temperatur 2 Vol. Ammoniakgas mit 1 Vol. Schwefelwasserstoffgas zusammentreten läßt, als feste krystallinische Verbindung, welche jedoch an der Luft, unter Abgabe von Ammoniakgas, in eine gelbe Flüssigkeit, Schwefelwasserstoff-Schwefelammonium, (Ammoniumsulfhydrat, Schwefelammonium NH_4S, SH) übergeht. Diese Flüssigkeit wird dargestellt, indem man durch Ammoniakflüssigkeit Schwefelwasserstoffgas leitet, bis dieser letztere in Ueberschuß vorhanden ist und durch ein Talkerdesalz in der Flüssigkeit keine Fällung hervorgebracht wird.

Im Anfange ist sie farblos, später wird sie gelb. Sie ist ein unter dem Namen Schwefelammonium bekanntes Reagens oder Erkennungsmittel für viele Metalle.

Metalle der alkalischen Erden und deren Verbindungen.

Barium.

Dieses Element ist im freien Zustande wenig bekannt. Seine wichtigste Verbindung ist der in der Mineralogie vielfach besprochene Schwerspath. Es ist ein silberweißes hämmerbares Metall, welches sich im Wasser bei gewöhnlicher Temperatur lebhaft zu Baryt oxydirt. Sein spec. Gew. ist 1,85. Es läßt sich aus der Barytерde oder dem kohlensauren Baryt auf galvanischem Wege, ferner aus ersterer bei Rothglühhitze durch Kaliumdampf abscheiden, indem man gleichzeitig Wasserstoffgas einwirken läßt und das erhaltene Gemenge von Baryum und Kalium mit Quecksilber behandelt, welches das letztere löst. Aus diesem Baryumamalgam wird das Quecksilber in einem Strom Wasserstoffgas abdestillirt, wo dann das Baryum zurückbleibt. Durch Schütteln von Chlorbaryum mit Natriumamalgam erhält man ebenfalls Baryumamalgam. Endlich ist es auch aus Chlorbaryum auf galvanischem Wege abzuscheiden.

Verbindungen des Bariums.

Bariumoxyd (Baryterde Ba O), stellt im reinen Zustande ein grauweißes, poröses, ätzend alkalisch schmeckendes Pulver dar von 4,0 spec. Gew., welches mit Wasser übergossen sich stark erhitzt und ein Hydrat bildet, das sich in heißem Wasser ziemlich leicht löst (Barytwasser) und beim Erkalten der Lösung sich in Krystallen abscheidet, welche BaO, HO + 8 HO entsprechen.

Das reine Bariumoxyd wird durch Glühen des salpetersauren Salzes oder durch Glühen des kohlensauren Salzes mit Kohle und Oel dargestellt. Gewöhnlich glüht man schwefelsauren Baryt mit Kohle, um zunächst Schwefelbarium zu erhalten. 8 Th. fein geriebener Schwerspath werden mit 1 Th. Kohlenpulver und 2 Th. Harz oder Mehl genau vermischt und eine Stunde lang in einem bedeckten Tiegel stark geglüht; die geglühte Masse wird mit Wasser ausgekocht, wobei sich das Schwefelbarium in Barythydrat und Schwefelwasserstoff-Schwefelbarium verwandelt, auflöst. Die Auflösung wird mit Salpetersäure gesättigt, filtrirt, abgedampft und der krystallisirte salpetersaure Baryt in einem Porzellantiegel geschmolzen und zuletzt stark geglüht, worauf reiner Baryt zurückbleibt. Krystallisirt oder in Lösung erhält man es leicht, wenn man zu einer Lösung von Schwefelbarium Kupferoxyd bringt und die entstandene Lösung, welche Bariumoxyd enthält, abdampft, nachdem dieselbe von dem gefällten Schwefelkupfer abfiltrirt worden ist.

Das Barythydrat oder der Aetzbaryt wird am einfachsten erhalten, wenn man 100 Th. kohlensauren Baryt mit 10 Th. Kienruß und etwas Stärkekleister

zusammenknetet, trocknet, heftig glüht und die geglühte Masse mit Wasser auskocht.

Der Baryt vereinigt sich mit allen Säuren zu meistens krystallisirbaren und farblosen Salzen.

Bariumüberoxyd (BaO_2), eine graue erdige Masse, welche mit Wasser zu einem weißen pulverförmigen Hydrat zerfällt. Es entsteht durch gelindes Glühen von Baryterde in Sauerstoffgas.

Schwefelsaurer Baryt (BaO, SO_3) findet sich in großer Menge als Schwerspath in der Natur (s. Mineralogie). Künstlich dargestellt bildet er ein weißes, geruch- und geschmackloses, selbst in Säuren unlösliches Pulver, welches durch Zersetzung eines löslichen Barytsalzes mit einem schwefelsauren Salze erhalten wird, z. B. wenn man eine Lösung von salpetersaurem Baryt und schwefelsaurem Natron zusammenbringt ($BaO, NO_5 + NaO, SO_3 = NaO, NO_5 + BaO, SO_3$). Dient wegen seines farbigen Vorkommens zur Darstellung der meisten Barytverbindungen und wird in fein gemahlenem Zustande noch als Malerfarbe benutzt.

Kohlensaurer Baryt (BaO, CO_2) findet sich im Mineralreiche krystallisirt als Witherit. Künstlich dargestellt bildet er ein weißes in Wasser festes unlösliches, in kohlensäurehaltigem Wasser leicht lösliches Pulver, welches dargestellt wird, indem man Chlorbarium mit kohlensaurem Ammoniak zersetzt, oder fein gepulverten Schwerspath mit Potasche gemengt stark glüht; im letztern Falle bildet sich neben kohlensaurem Baryt lösliches schwefelsaures Kali.

Salpetersaurer Baryt (BaO, NO_5) krystallisirt in wasserfreien halbdurchsichtigen in Wasser löslichen Oktaëdern und wird erhalten, indem man kohlensauren Baryt oder Schwefelbarium in verdünnter Salpetersäure löst und die Lösung abdampft.

Chlorbarium ($BaCl$) krystallisirt in tafelförmigen, durchsichtigen, in Wasser löslichen Krystallen mit 2 M.-G. Krystallwasser von scharfem unangenehmen Geschmack, welche in Salzsäure unlöslich sind. Man erhält die Verbindung entweder durch Sättigen einer Schwefelbarium-Auflösung mittelst Salzsäure, wobei Schwefelwasserstoffgas entweicht oder durch Zersetzen des kohlensauren Baryts mit Salzsäure. Auch durch Glühen von Schwerspath mit Chlorcalcium und Ruß wird Chlorbarium erhalten.

Schwefelbarium (BaS) wird durch Reduction des Schwerspaths mittelst Kohle erhalten, denn $BaO, SO_3 + 4\,C = 4\,CO + BaS$. Es bildet ein weißes oft ins Graue übergehendes Pulver, welches, wie erwähnt, durch Auflösen in Wasser in Barythydrat und Bariumsulfhydrat verwandelt wird. Dient zur Darstellung vieler Barytverbindungen.

Strontium

findet sich in der Natur als schwefelsaurer und kohlensaurer Strontian und ist in seinen Verbindungen dem Baryum sehr ähnlich. Es wird dem Baryum ähn-

lich dargestellt und namentlich auch durch Zersetzung des wasserfreien Chlorstrontians mit etwas Chlorammonium versetzt mittelst des elektrischen Stromes. Es bildet ein weißes Metall und entspricht einem spec. Gew. von 2,504 — 2,580.

Verbindungen des Strontiums.

Strontiumoxyd oder Strontianerde findet sich mit Schwefelsäure verbunden als Cölestin mit Kohlensäure als Strontianit in der Natur; ist in jeder Beziehung der Baryterde sehr ähnlich und stellt ein weißliches nicht krystallinisches Pulver dar, welches sich in Wasser etwas schwieriger löst als der Baryt und aus der heißen gesättigten Lösung als Hydrat herauskrystallisirt, welches $SrO, HO + 9\,HO$ entspricht.

Das Strontiumoxyd wird aus dem Cölestin ebenso dargestellt als der Baryt aus dem Schwerspath.

Strontiumüberoxyd (SrO_2) wird durch Fällen einer Barytsalzlösung, mit Wasserstoffüberoxyd behandelt, erhalten.

Schwefelsaure Strontianerde (SrO, SO_3) findet sich in der Natur als Cölestin und zwar schön krystallisirt. Künstlich dargestellt erhält man sie als weißes Pulver durch Fällung der Lösung eines Strontiansalzes durch die Lösung eines schwefelsauren Salzes.

Kohlensaure Strontianerde (SrO, CO_2). Die natürliche bildet durchsichtige Krystalle oder eine faserig-krystallinische Masse, die künstlich als ein weißes Pulver durch Fällung einer Lösung von salpetersaurer Strontianerde mit kohlensaurem Natron erhalten wird.

Salpetersaure Strontianerde (SrO, NO_5) krystallisirt ohne Wasser in Oktaëdern bei niederer Temperatur und anderer Form mit 5 M.-G. Wasser. Wird nur künstlich dargestellt und zwar durch Behandeln von kohlensaurer Strontianerde mit Salpetersäure.

Chlorstrontium ($Sr\,Cl$) krystallisirt in prismatischen Nadeln mit 6 M.-G. Wasser, welche sich in Wasser leicht lösen, schon an der Luft zerfließen und auch in Alkohol löslich sind. Wird dem Chlorbarium gleich aus den entsprechenden Strontianverbindungen dargestellt.

Calcium.

Dieses Metall ist bekanntlich in der Natur in verschiedenen Verbindungen sehr verbreitet und wird ähnlich dem Barium und Strontium vermittelst des elektrischen Stromes dargestellt. Es ist ein weißes, glänzendes und in der Luft sich leicht oxydirendes Metall von 1,566—1,584 spec. Gew.

Verbindungen des Calciums.

Calciumoxyd (Kalkerde oder Kalk, CaO) findet sich im Mineralreiche sehr häufig, namentlich als Gyps oder kohlensaure Kalkerde, ferner im Pflanzen- oder

Thierreiche. In reinem Zustande bildet die Kalkerde eine weiße, erdige, im Gebläsefeuer unschmelzbare Substanz von alkalischem Geschmack, alkalischer Reaction und 2,3 spec. Gew. Man erhält sie durch kräftiges Glühen von reinem kohlensauren Kalk (Marmor oder Kalkspath), welcher dabei die Kohlensäure verliert. Im Großen wird die Kalkerde aus dem gewöhnlichen Kalkstein (ebenfalls kohlensaurer Kalk) in den Kalköfen ausgeführt, und es ist diese Operation unter dem Namen Kalkbrennen bekannt. Der so gebrannte Kalk ist demnach eine mehr oder weniger reine Kalkerde.

Wird der gebrannte Kalk mit Wasser besprengt, so quillt er auf und zerfällt zu einem weißen Pulver.

Kalkhydrat (CaO, HO). Dieses Verfahren nennt man das Löschen des Kalks und das Kalkhydrat gelöschten Kalk.

Kalkhydrat erscheint als ein weißes zartes Pulver von laugenhaftem Geschmack, welches in der Rothglühhitze sein Wasser abgiebt. Wird beim Löschen des Kalks mehr Wasser genommen als zur Bildung dieses trocknen Hydrats erforderlich ist, so erhält man Kalkbrei, welcher, durch einen größern Zusatz von Wasser verdünnt, Kalkmilch liefert. Läßt man diese sich klären, so bleibt über dem abgesetzten Kalkhydrat Kalkwasser, eine Auflösung von Kalkhydrat in Wasser, stehen, welche rothes Lackmus bläuet und alkalisch schmeckt, an der Luft begierig Kohlensäure anzieht und sich mit einer Haut von kohlensaurem Kalk bedeckt. — 1 Th. Kalkerde braucht zur Lösung ungefähr 100 Th. Wasser.

Läßt man breiartiges Kalkhydrat an der Luft austrocknen, so verringert es sein Volumen und verwandelt sich unter Wasserverlust in eine feste Masse von Kalkhydrat, welches mit Sand gemengt sich zu einer bindenden Masse vereinigt und den sogenannten Luftmörtel bildet, der nur in der Luft und nicht unter Wasser erhärtet. Durch Brennen eines Gemenges von Kalk mit kiesel- und thonerdehaltigen Substanzen oder schwaches Brennen gewisser Kalkarten, welche thon- und kieselerdehaltig sind, erhält man den Wassermörtel (hydraulischen Mörtel, Cement), welcher die Eigenschaft besitzt, unter Wasser zu erhärten.

Calciumüberoxyd (CaO, CO_2) erhält man durch Zusammenbringen von Kalkwasser mit Wasserstoffüberoxyd.

Kohlensaurer Kalk (CaO, CO_2) bildet im Mineralreiche große Gebirgszüge, die Kalksteine der Kalkgebirge, die Kreide, den Marmor, Kalkspath, Arragonit, Tropfstein, Kalksinter rc. (S. Mineralogie und Geognosie.) Im Thierreiche findet er sich in den Eierschalen, Muscheln, Austerschalen rc. Mit phosphorsaurem Kalk verbunden in den Knochen. — Auf künstlichem Wege erhält man den kohlensauren Kalk, wenn man zu der Lösung eines Kalksalzes, z. Bd des Chlorcalcium, kohlensaures Natron setzt; es fällt dann ein weißer dicker Niederschlag von kohlensaurem Kalk, während Chlornatrium in Lösung bleibt. Der Niederschlag geht bald in ein dichtes Pulver über, welches unter dem Mikroskop aus kleinen Kalkspathkrystallen bestehend erscheint. Fällt man aber eine siedend

heiße Lösung von Chlorcalcium mit kohlensaurem Ammoniak, so erhält man ein dichtes Pulver, welches unter dem Mikroskop aus kleinen Krystallen von der Form des Arragonits zusammengesetzt erscheint. — Wird gebrannter Kalk der Luft ausgesetzt, so zerfällt er in ein basisches kohlensaures Salz.

Schwefelsaurer Kalk (Gyps CaO, SO_3) findet sich in der Natur in wasserfreiem Zustande als Anhydrit, in wasserhaltigem Zustande als Gypsspath, Alabaster, Fasergyps, Gypserde (s. Mineralogie).

Der schwefelsaure Kalk löst sich in ungefähr 400 Th. Wasser und krystallisirt aus dieser Lösung bei langsamem Verdunsten in kleinen Nadeln. Wird wasserhaltiger schwefelsaurer Kalk erhitzt, so verliert er sein Wasser und es bleibt ein wasserfreies Salz zurück. Das Austreiben dieses Wassers wird durch das Brennen des Gypses bezweckt. Da der gebrannte Gyps die Eigenschaften besitzt, mit Wasser angerührt, zu erhärten, d. h. sein Krystallwasser wieder aufzunehmen und hierauf gründet sich seine Anwendung zum Gießen von Büsten und Statuen u. s. w., ferner zum Gypsmörtel, zum Gypsmarmor oder Stuck. Zu stark gebrannter Gyps erhärtet im Wasser nicht. In starker Glühhitze schmilzt er zu einer weißen krystallinischen Masse.

Phosphorsaurer Kalk. Der Kalk bildet mit der Phosphorsäure verschiedene Sättigungsstufen.

Basisch-phosphorsaurer Kalk ($3\,CaO + PO_5$) bildet mit wechselnden kleinern Mengen von kohlensaurem Kalk und phosphorsaurer Talkerde und Fluorcalcium den unorganischen Theil der Knochen.

Neutraler phosphorsaurer Kalk ($2\,CaO, HO + PO_5$) wird erhalten, wenn man eine Lösung von gewöhnlichem phosphorsauren Natron tropfenweise mit einer Chlorcalciumlösung erhitzt. Er findet sich ferner in der Natur in einigen Mineralquellen in kohlensäurehaltigem Wasser gelöst.

Saurer phosphorsaurer Kalk ($CaO, 2\,HO + PO_5$) bildet sich, wenn gebrannte Knochen in Salzsäure gelöst werden; die Verbindung krystallisirt beim Erkalten der Lösung in Blättchen, die sich in Wasser sehr leicht lösen.

Unterchlorigsaurer Kalk (CaO, ClO) ist in reinem Zustande von keiner erheblichen Wichtigkeit, wohl aber gemengt mit Chlorcalcium als Chlorkalk oder Bleichkalk. Als solcher erscheint er als ein weißes Pulver, welches sich an der Luft nach und nach zersetzt, indem unterchlorigsaures Gas entweicht und schließlich kohlensaurer Kalk zurückbleibt. Mit Wasser läßt er sich zu einem zarten Brei reiben und löst sich in einer größeren Menge desselben fast gänzlich auf.

Man stellt den Chlorkalk in festem Zustande dar, indem man Chlorgas über gelöschten Kalk leitet, der sich in einem besondern Behälter in Schichten ausgebreitet findet; in flüssigem Zustande, indem man Chlorgas bis zur Sättigung in Kalkmilch leitet. — Das Chlorgas wird, wie beim Chlor angegeben,

aus Braunstein und Salzsäure oder aus Kochsalz, Braunstein, Schwefelsäure und Wasser gewonnen.

Der Vorgang ist folgender: ein Theil des Sauerstoffs des Kalks verbindet sich mit der Hälfte des Chlors zu unterchloriger Säure, die mit dem unzersetzten Kalk unterchlorigsauren Kalk bildet, während das übrige Chlor mit dem Calcium sich zu Chlorcalcium vereinigt.

Der Chlorkalk wirkt bleichend wie das freie Chlor, hat aber vor letzterem den Vorzug, daß in einem kleinen Volumen eine große Menge Chlor verdichtet ist. Er dient daher zum Bleichen der baumwollenen Zeuge, der Leinewand, des Papiers ꝛc., so wie zur Zerstörung fauler Gerüche und ansteckender Krankheitsstoffe. Auch das Chlor des Chlorcalciums wirkt in dem Chlorkalk bleichend, weil beim Behandeln desselben mit Säuren frei gewordene unterchlorige Säure und Chlorwasserstoffsäure sich zu Wasser und Chlor umsetzen.

Schwefelcalcium. Der Schwefel verbindet sich mit dem Calcium in mehren Verbindungen, die wichtigste Verbindung ist Einfach-Schwefelcalcium ($Ca\,S$), welches man erhält, wenn man schwefelsauren Kalk mit Kohle glüht, wobei Kohlenoxydgas entweicht, oder über Aetzkalk Schwefelwasserstoff leitet, oder Kalk mit Schwefel glüht. Es ist eine gelblich-weiße erdige Masse, welche in Wasser gelöst sich in eine Verbindung von Schwefelcalcium mit Schwefelwasserstoff (Calciumsulfhydrat) und Kalkhydrat verwandelt, welches letztere ungelöst zurückbleibt.

Glüht man 2 Th. kohlensauren Kalk mit 1 Th. Schwefel in einem bedeckten Tiegel, so erhält man eine grauweiße oder gelbe Masse, die sogenannte Kalkschwefelleber, die sich in Wasser nur wenig löst, mit Salzsäure oder Schwefelsäure übergossen Schwefelwasserstoff entwickelt. Sie besteht aus Schwefelcalcium und schwefelsaurem Kalk. Wird Kalkhydrat mit Wasser und überschüssigem Schwefel gekocht, so entsteht eine gelbe Auflösung, welche unterschwefligsauren Kalk und leicht lösliches Fünffach-Schwefelcalcium ($Ca\,S_5$) enthält.

Phosphorcalcium ($Ca_2\,P$) wird erhalten, wenn man über glühenden Kalk Phosphordampf leitet, und bildet eine rothe Substanz, welche aus phosphorsaurem Kalk und Phosphorcalcium ($2\,CaO, PO_5 + 5\,Ca_2P$) besteht und Wasser zersetzt, indem sich lebhaft Phosphorwasserstoff entwickelt, zu dessen schneller Darstellung es, wie erwähnt, benutzt wird.

Chlorcalcium ($Ca\,Cl$) findet sich in der Natur in gewissen Mineralquellen und im Meerwasser. Bildet sich wie das Chlorbarium und läßt sich durch Auflösen von Marmor in Salzsäure, Abdampfen und Schmelzen erhalten. Man gewinnt es jedoch meistens als Nebenproduct bei chemischen Operationen z. B. bei der Darstellung des Ammoniaks aus Salmiak und Aetzkalk. Es stellt eine durchscheinende krystallinische bei Glühhitze schmelzbare Substanz von bitterlich salzigem Geschmack dar, welche sehr rasch Feuchtigkeit aus der Luft anzieht und zerfließt; sie wird daher zum Trocknen feuchter Gase und zum Entwässern von

Flüssigkeiten angewendet. Löst sich unter Erhitzung in Wasser und krystallisirt aus seiner concentrirten Auflösung in durchsichtigen säulenförmigen Krystallen mit 6 M.-Gew. Krystallwasser, die sich unter starker Kalkerzeugung in Wasser lösen und beim Vermischen von Schnee eine Kälte von 48° hervorbringen.

Fluorcalcium oder Flußspath findet sich häufig in der Natur und in geringer Menge in den Knochen und im Email der Zähne der Thiere. Ist im Wasser fast unlöslich, in Salzsäure und Salpetersäure löslich, leuchtet beim Erwärmen im Dunkeln (s. Flußspath, Mineralogie).

Metalle der eigentlichen Erden und deren Verbindungen.

Magnesium (Magnium, Talcium).

Ein silberweißes, hämmerbares, stark glänzendes, in trockner Luft wenig veränderliches Metall von 1,74 spec. Gew., welches in der Glühhitze schmilzt, beim Erhitzen mit blendend weißem Lichte verbrennt. Wird durch Zersetzung von schmelzendem Chlormagnesium durch den elektrischen Strom oder durch Natrium erhalten.

Verbindungen des Magnesiums.

Magnesia, Talkerde, Bittererde, Magniumoxyd (MgO). Feines, weiches, lockeres Pulver ohne Geruch und Geschmack von 3,65 spec. Gew. In gewöhnlichem Feuer unschmelzbar, bildet mit Wasser, wenn sie nicht zu stark geglüht war, ein gallertförmiges Hydrat, welches im Wasser fast unlöslich ist und nur schwach alkalisch reagirt. Die reine Magnesia wird durch Glühen der kohlensauren Magnesia erhalten und stellt die sogenannte reine Magnesia dar. Das Talkerdehydrat erhält man durch Fällen einer Bittersalzlösung mit Kali.

Schwefelsaure Magnesia oder Talkerde (Bittersalz $MgO, SO_3 + 7 HO$) findet sich in verschiedenen Mineralquellen (Bitterwassern), aus welchen letzteren sie durch Abdampfen und Krystallisiren gewonnen wird und es ist hierdurch wechselseitige Zersetzung von Gyps und kohlensaurer Talkerde entstanden zu betrachten. Es krystallisirt in farblosen vierseitigen Säulen von bitterem, salzigem Geschmack, welche in ihrem Krystallwasser schmelzen, sich leicht in Wasser lösen und an der Luft verwittern.

Kohlensaure Magnesia oder Talkerde bildet im wasserfreien neutralen Zustande (MgO, CO_2) den in der Natur vorkommenden Magnesit. Vermischt man eine Lösung von Bittersalzkalk mit kohlensaurem Kali oder Natron, so entsteht ein dicker Niederschlag, der nach dem Trocknen ein leichtes weißes geruch- und geschmackloses körniges Pulver bildet, welches unter dem Namen weiße Magnesia bekannt ist. Sie besteht je nach der Stärke der Lösung, der Temperatur und dem Alkali aus einer in der Zusammensetzung wechselnden Verbindung von kohlensaurer Magnesia und Magnesiahydrat.

Kohlensaure Kalk-Talkerde ist der in der Mineralogie erwähnte Dolomit.

Phosphorsaure Kalkerde ($2\,MgO, HO + PO_5$) findet sich in dem Samen der Gräser, den festen und flüssigen thierischen Substanzen. In Nadeln ($2\,MgO + HO)\,PO_5 + 14\,HO$) erhält man sie, wenn man Phosphorsäure zu essigsaurer Talkerde oder eine verdünnte Lösung von neutralem phosphorsaurem-Natron zu schwefelsaurer Talkerde setzt.

Phosphorsaures Ammoniumoxyd, Magnesia (Ammoniak-Talkerde, $NH_4O, 2\,MgO + PO_5 + 12\,HO$) findet sich mitunter im Harn der Thiere, krystallisirt aus faulendem Harn in kleinen Krystallen und fällt als krystallinisches Pulver nieder, wenn man zu der Lösung eines Magnesiasalzes Salmiak und phosphorsaures Natron mischt. Ist in Wasser kaum löslich; enthält dasselbe freies Ammoniak, ganz unlöslich, weshalb man diese Verbindung zum Nachweisen der Talkerde in Flüssigkeiten benutzt. — Durch Glühen wird das Salz in phosphorsaure Talkerde ($2\,MgO + PO_5$) verwandelt.

Borsaure Talkerde ($MgO\,BO_3$) wird erhalten, wenn man eine siedende Lösung von Borax und schwefelsaurer Talkerde mit einander vermischt. Nach einiger Zeit scheiden sich harte Krystalle von $MgO, BO_3 + 8\,HO$ ab, die sich weder in kaltem noch heißem Wasser lösen und in der Hitze ihr Krystallwasser verlieren. In der Natur findet sich die Talkerde mit Borsäure verbunden als Borazit ($3\,MgO + 4\,BO_3$) (s. Mineralogie).

Kieselsaure Magnesia bildet in verschiedenen Sättigungsstufen verschiedene Mineralien, Talk, Speckstein, Meerschaum, Serpentin ꝛc. (s. Mineralogie.)

Chlormagnesium ($Mg\,Cl$), großblätterige, krystallinische, leicht schmelzbare, sehr zerfließbare Masse; findet sich aufgelöst in Salzsoolen und im Meerwasser; kann nicht unzersetzt durch Abdampfen einer Lösung von Magnesia in Salzsäure erhalten werden.

Brom- und Jodmagnesium ($Mg\,Br$ und MgJ) finden sich ebenfalls im Meerwasser und in der Mutterlauge einiger Salinen. Beim Erhitzen werden beide in Brom und Jodwasserstoffsäure und in Talkerde zersetzt.

Aluminium.

Die metallische Grundlage der Thonerde ist ein geschmeidiges, silberweißes Metall von 2,56 spec. Gew., leicht schmelzbar, oxydirt sich in trockner oder feuchter Luft selbst beim Erhitzen nicht. Zersetzt bei 100^0 das Wasser unter Wasserstoffentwickelung. Wird durch Zersetzen des Chloraluminiums durch Kalium besser durch Natrium in der Glühhitze, aus dem Kryolith durch Natrium, so wie auch durch Zersetzung des Chloraluminiums mittelst des elektrischen Stromes erhalten.

Verbindungen des Aluminiums.

Aluminiumoxyd (Thonerde, Alaunerde Al_2O_3) findet sich in der Natur nächst der Kieselsäure am häufigsten entweder rein oder in Verbindung. In reinem Zustande findet sie sich krystallisirt, im Korund, Saphir, Rubin, Smirgel 2c. (s. über diese verschiedenen Verbindungen Mineralogie).

Künstlich dargestellt erscheint sie als ein weißes, lockeres, geruch- und geschmackloses Pulver, die das Wasser begierig auffsaugt, sich aber darin nicht löst. Sie löst sich in nicht geglühtem Zustande in Säuren, nach dem Glühen löst sie sich aber nicht mehr. Man erhält sie als **Thonerdehydrat** ($Al_2O_3, 3HO$) durch Fällung einer Auflösung von Alaun in Gestalt eines gallertartigen Niederschlags, welcher sich leicht in Säuren, in Kali und Natron, aber nicht in Ammoniak löst.

Durch Glühen dieses Hydrats erhält man, wenn der Niederschlag gehörig ausgewaschen wurde, reine Thonerde. — Eine Lösung des Thonerdehydrats in Kalilauge setzt nach einiger Zeit Krystalle ab.

Die Thonerde verhält sich gegen starke Salzbasen als eine schwache Säure und bildet mit denselben die thonsauren Salze oder Aluminate. Solche finden sich z. B. in der Natur Spinell, Gahnit, Ceilonit 2c.

Das Thonerdehydrat besitzt die Eigenschaft, organische Stoffe z. B. Farbstoffe anzuziehen und mit denselben Verbindungen einzugehen, worauf die Anwendung der Thonerdehydrate in der Färberei beruht.

Schwefelsaure Thonerde ($Al_2O_3, 3SO_3 + 18HO$) krystallisirt in dünnen perlmutterglänzenden leicht auflöslichen Blättchen und wird im Großen durch Erhitzen von eisenfreiem Thon mit Schwefelsäure bereitet.

Schwefelsaure Kali-Thonerde (Kalialaun $KOSO_3 + Al_2O_3, 3SO_3 + 24HO$) findet sich schon in der Natur als secundäres Product, namentlich in vulkanischen Gegenden, in denen schwefligsaure Dämpfe auf Gesteine einwirken, welche Thonerde und Kali enthalten, wird aber meistens künstlich dargestellt. Man erhält dieses Doppelsalz, welches gewöhnlich schlechtweg **Alaun** genannt wird, durch Fällung einer concentrirten Lösung von neutraler schwefelsaurer Thonerde mit einer Lösung von schwefelsaurem Kali als krystallinisches Pulver, welches durch Auflösen und Krystallisiren schöne regelmäßige Oktaëder (Krystallform einer jeder andern Alaunart) ohne Farbe luftbeständig von süßlich-zusammenziehendem Geschmack liefert, deren Lösung sauer reagirt. Sie schmelzen in ihrem Krystallwasser, blähen sich sehr auf und liefern bei längerem Schmelzen eine weiße undurchsichtige schwammige Masse, die als gebrannter Alaun bekannt ist. Mit Kohle geglüht, bildet der Alaun eine selbst-entzündliche Masse.

Setzt man zu einer Alaunlösung kohlensaures Kali oder Natron in kleinen Portionen, so löst sich der im Anfange entstehende Niederschlag wieder auf und man erhält eine nicht sauer reagirende Lösung, aus welcher sich der Alaun

durch freiwillige Verdunstung in Würfelform abscheidet, welcher als kubischer Alaun bekannt ist.

Wegen seiner großen Anwendung, besonders in der Färberei und Lederbereitung, wird der Alaun in ausgedehntem Maße und fabrikmäßig gewonnen und zwar auf verschiedene Weise. Durch Auslaugen alaunhaltiger vulkanischer Erden, durch Rösten und nachheriges Auslaugen des Alaunsteins aus der Alaunerde und Alaunschiefer, durch freiwillige Verwitterung oder Rösten an der Luft, Auslaugen und Concentriren der Lauge durch Eindampfen, Zusatz von schwefelsaurem Kali oder Chlorkalium, wodurch sich der Alaun als krystallinisches Pulver (Alaunmehl) abscheidet und durch Umkrystallisiren in regelmäßigen Oktaëdern erhalten wird. In neuerer Zeit wird der Alaun jedoch vielfach durch Erhitzen von Thon mit Schwefelsäure, Auslaugen und Zusatz von schwefelsaurem Kali gewonnen.

Der im Handel vorkommende römische Alaun besteht aus röthlich gefärbten Stücken, die ihre Färbung einem geringen Gehalte an Eisenoxyd verdanken.

Das Kali kann im Alaun durch das mit demselben isomorphe Natron oder Ammonium ohne Aenderung der Krystallform, ersetzt werden. Versetzt man eine Lösung von schwefelsaurer Thonerde mit schwefelsaurem Natron, so erhält man Natronalaun ($NaO, SO_3 + Al_2 O_3, 3 SO_3 + 24 HO$), welcher an der Luft verwittert und zu Mehl zerfällt, übrigens aber alle Eigenschaften des Kalialauns theilt. — Der Ammoniakalaun ($NH_4O, SO_3 + Al_3O_3, 3 SO_3 + 24 HO$) findet sich schon fertig gebildet in der Natur in einem Braunkohlenlager in Böhmen, wird aber auch im Großen gewonnen, indem man schwefelsaure Thonerdelösung oder rohe Alaunlaugen mit schwefelsaurem Ammoniumoxyd versetzt.

(Ueber die Alaune, welche anstatt der Thonerde das mit derselben isomorphe Eisenoxyd und Chromoxyd enthalten, siehe Eisen und Chrom.)

Kieselsaure Thonerde findet sich in vielen Mineralien als Gemengtheil des Thons, Lehms und der Ackererde und macht einen Hauptbestandtheil der Töpfer- und Thonwaaren aus. — Kieselsaure Thonerde mit Wasser bildet den weißen Thon oder Kaolin (Porzellanthon).

Kieselsaure Kali-Thonerde bildet den gewöhnlichen Feldspath und Hauptgemengtheil vieler Gebirgsarten (s. Mineralogie).

Die unter dem Namen „Ultramarin" bekannte schöne blaue Farbe ist ebenfalls im Wesentlichen kieselsaure Thonerde mit Schwefelnatrium und Eisen. Sie findet sich in der Natur in dem Lasurstein, wird aber meistens künstlich dargestellt, indem man schwefelsaures Natron mit Kohle glüht, das entstandene Schwefelnatrium in Wasser löst und die Lösung mit Schwefel sättigt, um Fünffach-Schwefelnatrium zu bilden. Die Lösung wird mit 0,5 Procent Eisenvitriol und 25 Procent geschlämmtem Thon versetzt, zur Trockene abgedampft und die gepulverte Masse unter Luftzutritt geglüht, nach dem Erkalten wird die Masse mit

Wasser ausgezogen, der unlösliche grünlich-blaue Rückstand getrocknet und in Thonmuscheln bei gelinder Rothglühhitze geröstet, bis die blaue Farbe eingetreten ist.

Chloraluminium ($Al_2 Cl_3$), gelbliche, krystallinische, leicht schmelzbare, sehr flüchtige, an der Luft zerfließliche, in Wasser unter starker Hitze auflösliche Masse, welche bei der Berührung von Chlor mit dem glühenden Metall entsteht und durch Glühen eines Gemenges von Thonerde, Kohle und Oel erhalten wird, indem man auf die geglühte Masse unter Erhitzen getrocknetes Chlorgas einwirken läßt. In größerer Menge gewinnt man es, indem man Thonerde mit Steinkohlentheer vermischt, das Gemenge in eisernen Töpfen glüht und die geglühte Masse in eisernen Glasretorten unter Erhitzen der Einwirkung getrockneten Chlorgases aussetzt.

Fluoraluminium findet sich in der Natur im Topas, im Kryolith rc. (s. Mineralogie).

Beryllium (Glycium)

findet sich im Beryll als Beryllerde, ferner in mehreren anderen Mineralien mit Kiesel- und Thonerde verbunden. Das Beryllium ist bis jetzt nur als ein graues Pulver bekannt, welches unter dem Polirstahl Glanz annimmt und sehr strengflüssig ist. Es läßt sich aus seiner Chlorverbindung, wie das Aluminium, durch Kalium oder Natrium abscheiden.

Beryllerde (Berylliumoxyd, Glycinerde $Be O_3$) findet sich, wie erwähnt, im Beryll und dessen Varietäten, dem Smaragd mit Thonerde verbunden, in dem Chrysoberyll. Sie stellt ein weißes geschmackloses Pulver dar, welches auflöslich in Aetzkali ist und aus der verdünnten Lösung durch Kochen vollständig gefärbt wird. Sie bildet mit Wasser ein in kohlensaurem Ammoniak lösliches Hydrat, durch dessen Löslichkeit von der Thonerde unterscheidet, und von dieser getrennt werden kann. Ihre Salze haben einen süßen zusammenziehenden Geschmack.

Chlorberyllium, eine dichte krystallinische Masse, welche in weißen glänzenden Nadeln sublimirt. Wird wie das Chloraluminium durch Erhitzen eines Gemenges von Beryllerde und Kohle in einem Strom trocknen Chlorgases erhalten.

Zirkonium.

Ein sehr seltenes Element, die metallische Grundlage der Zirkonerde, welche in den Zirkonen und Hiacynthen im Eudialyt und einigen andern sehr seltenen Mineralien vorkommt. Das Metall stellt ein schwarzes schweres Pulver dar, welches unter dem Polirstahl Metallglanz annimmt und beim Erhitzen zu Zirkonerde verbrennt. Es wird in einer ähnlichen Weise aus seinen Verbindungen wie Bor und Kiesel aus den ihrigen dargestellt.

Zirkonerde ($Zr_2 O_3$), ein weißes unschmelzbares Pulver von 4,3 spec. Gew., welches durch Wasser ein weißes gallertartiges Hydrat bildet. In Beglei-

tung derselben hat man in neuerer Zeit eine sehr ähnliche Erde, die Norerde, erkannt, deren Metall das Norium ist, welches viel Aehnlichkeit mit der Zirkonerde hat.

Yttrium, Erbium, Terbium.

Drei Metalle, welche sich in den sehr seltenen Erden der Yttererde, Erbin- und Terbinerde finden, Oxyde, die früher nur als ein einziges Oxyd, Yttererde, betrachtet wurden. Die Yttererde findet sich in dem Gadolinit, Yttrocerit, Orthit, Yttrotantalit und ist in einigen derselben von den ihr ähnlichen Erden der Erbin- und Terbinerde begleitet. — Die Yttererde ist ein weißes geschmackloses unschmelzbares Pulver von 4,8 spec. Gew.; in Aetzkalien ganz unlöslich.

Das Erbiumoxyd oder die Erbinerde ist dunkel-orangegelb, verliert aber durch Erhitzen in Wasserstoffgas die gelbe Farbe, welche beim Erhitzen an der Luft sich wieder einstellt. Die Terbinerde ist nicht leicht frei von den übrigen zu erhalten, sie scheint wie die Yttererde farblos zu sein. Ihre Salze schmecken süß zusammenziehend und zeigen in fester Form eine röthliche Färbung.

Thorium,

ein graues schweres Metallpulver, die Grundlage der in einigen sehr seltenen Mineralien, namentlich dem Pyrochlor und Thorit vorkommenden Erde, der Thorerde, einem weißen Pulver von 9,4 spec. Gew., welches mit Wasser ein Hydrat bildet und mit farblosen Säuren ungefärbte Salze liefert. Das Hydrat wird durch Fällen eines Thonerdesalzes mittelst Ammoniak erhalten, und die durch Glühen daraus erhaltene Erde ist in Salzsäure unlöslich, wird aber, wenn man verdünnte Schwefelsäure darüber abdampft, in eine lösliche Salzmasse verwandelt.

Cerium, Lanthan, Didym

finden sich stets zusammen in weniger seltenen Mineralien, nur oxydirt vorzüglich im Cerit.

Das Ceroxyd ist nach schwachem Glühen gelb und erhält durch Weißglühen einen Stich ins Rothe. Das geglühte Oxyd wird von siedender concentrirter Salzsäure kaum, noch weniger von anderen schwachen Säuren angegriffen. Concentrirte Schwefelsäure löst es in der Wärme zu einer gelben Lösung auf. Es bildet mit Wasser ein im feuchten Zustande hellgelbes Hydrat, welches sich in erwärmter Salzsäure, unter Entwicklung von Chlor, zu Cerchlorid löst, aus dem man vor Entdeckung des Didyms das Cermetall mittelst Natrium als ein schweres graues Pulver erhielt. — Das Lanthanoxyd hat eine hellgelbe Farbe oder ist fast weiß, löst sich wie sein Hydrat, selbst in verdünnten Säuren und bildet, wie das Ceroxyd, farblose Salze. Das Lanthanmetall läßt sich ebenfalls aus dem Chlorür durch Kalium erhalten und bildet eine bleigraue Masse.

Das durch Glühen des Hydrats erhaltene Didymoxyd erscheint in kleinen an der Oberfläche dunkelbraunen Klumpen. Es ist eine schwächere Base als Lanthanoxyd, welche sich nicht in Wasser löst und nicht alkalisch reagirt. Das aus den Salzen des Kali gefällte Hydrat ist bläulich-violett. — Die Salze des Didymoxyds sind amethystfarbig. Uebrigens sind diese Elemente und Verbindungen noch wenig gekannt und auch noch nicht scharf getrennt.

Unedle Metalle und deren Verbindungen.

Mangan

findet sich in der Natur, wenn auch nicht in großer Menge, doch außerordentlich verbreitet, nicht gediegen, sehr selten als Schwefelmangan, hauptsächlich oxydirt in verschiedenen Manganerzen. Es stellt ein grauweißes wenig glänzendes, weiches, sprödes, höchst strengflüssiges Metall von 8,0 spec. Gew. dar, welches sich schnell in der Luft und im Wasser unter Wasserstoffgasentwicklung oxydirt, und zu einem schwarzgrünen Pulver zerfällt. Man stellt es dar, indem man ein Oxyd des Mangans mit Kohle und Oel mischt und in einem Gebläseofen der heftigsten Glühhitze aussetzt. Man erhitzt zu dem Ende z. B. 10 Th. Oxyd mit 1 Th. Kohle und 1 Th. calcinirtem Borax in einem Kohlentiegel.

Verbindungen des Mangans.

Das Mangan verbindet sich mit dem Sauerstoff unter allen Metallen in den meisten Verhältnissen zu Oxydul, Oxyd, Oxydoxydul, Ueberoxyd, Mangansäure und Uebermangansäure.

Manganoxydul (MnO) findet sich in der Natur nie rein, sondern mit Kieselsäure im Mangankiesel und Kohlensäure im Manganspath. Es bildet im gemahlenen Zustande ein grüngraues Pulver, welches sich leicht an der Luft oxydirt, mit Wasser ein weißes Hydrat, welches sich an der Luft schnell braun färbt und in Manganoxydhydrat übergeht. Das Oxydul läßt sich durch heftiges Glühen von Manganüberoxyd oder Manganoxydhydrat in Wasserstoffgas erhalten, welches mit dem Sauerstoff der Oxydationsstufe Wasser bildet. Als Hydrat erhält man es, wenn man die Lösung eines Oxydulsalzes mit Kali, Natron oder Ammoniak versetzt. Es bildet sich ein weißer Niederschlag, welcher an der Luft schnell braun wird. Die Salze des Manganoxyduls sind meistens blaß-rosenroth.

Manganoxydoxydul ($Mn_3 O_4 = Mn O, Mn_2 O_3$) findet sich in dem Mineral Hausmannit oder Schwarzmanganerz. Wird durch heftiges Glühen des Manganüberoxyds oder einer andern Oxydationsstufe oder des kohlensauren Oxyduls an der Luft in Gestalt eines braunen Pulvers erhalten. Es färbt das Glas amethystähnlich.

Manganoxyd (Mn_2O_3) findet sich krystallisirt im Braunit, als Hydrat im Manganit. Künstlich läßt sich die Verbindung nur schwierig darstellen und zwar indem man schwefelsaures Manganoxydul mit salpetersaurem Baryt fällt und das entstandene salpetersaure Manganoxydul gelinde glüht, wonach reines Oxyd zurückbleibt. Mit Säuren zusammengebracht zerfällt es in Oxydul, das sich löst und in Ueberoxyd, welches sich ausscheidet. Das Hydrat kommt als Manganit mit dem Braunstein häufig vor; es unterscheidet sich von dem letzteren durch einen röthlich-braunen Strich. — Das Manganoxyd ist eine sehr schwache Base; die schwefelsaure Lösung desselben giebt mit schwefelsaurem Kali ein Doppelsalz, den sogenannten Manganalaun, in welchem die Thonerde des gewöhnlichen Alauns durch Manganoxyd ersetzt worden ist und welche daher $KO, SO_3 + Mn_2O_3, 3 SO_3$ entspricht.

Manganüberoxyd (MnO_2), die wichtigste Oxydationsstufe, welche sich am häufigsten in der Natur als Braunstein (Pyrolusit) findet. Dieses Erz enthält 36,64 Proc. Sauerstoff, verliert davon bei gelindem Glühen $^1/_4$ oder 9 Proc. und wird zu Oxyd; bei starkem Glühen $^1/_3$ oder 10 Proc. und wird zu Oxydoxydul. Beim Glühen in Wasserstoffgas oder beim Erhitzen mit Schwefelsäure $^1/_2$ oder 18 Proc. und wird zu reinem oder schwefelsaurem Oxydul. Es wird bergmännisch gewonnen und zur Darstellung des Sauerstoffgases, des Chlors, zur Glasfabrikation und als Farbe auf Porzellan und Glasuren benutzt. — Da das Ueberoxyd aber selten ganz rein ist, so muß es für diese Zwecke auf seinen Gehalt geprüft werden.

Mangansäure (MnO_3) wird nur künstlich in Verbindung mit Basen erhalten. Die wichtigste Verbindung derselben ist das mangansaure Kali (KO, MnO_3), welches gewonnen wird, indem man fein geriebenen Braunstein oder irgend eine andere Oxydationsstufe mit Kali, unter Zusatz von Salpeter, oder chlorsaurem Kali zusammenglüht und die geglühte schwarze Masse mit Wasser auszieht, wodurch das mangansaure Kali in tief grüner Auflösung erhalten wird, welche an der Luft schnell durch Blau, Violett und Purpur in Roth übergeht, weshalb man das mangansaure Kali mineralisches Chamäleon genannt hat. — Wird die grüne Auflösung von mangansaurem Kali unter der Luftpumpe verdunstet, so erhält man die Verbindung in grauen Krystallen von der Form des schwefelsauren Kalis. — Wegen der leichten Zersetzbarkeit konnte die Mangansäure für sich noch nicht dargestellt werden.

Uebermangansäure (Mn_2O_7) ist ebensowenig haltbar als die Mangansäure, jedoch für sich dargestellt worden. Sie wird nur sehr schwierig in strahligen Krystallen erhalten; ihre wässerige Lösung ist purpurroth; sie zersetzt sich bei 33—40° in Sauerstoffgas und Manganüberoxydhydrat. In trocknem Zustande verpufft sie mit Phosphor und Schwefel zusammengerieben sehr heftig. Die Säure bildet sich, wenn man eine Lösung von mangansaurem Kali an der Luft stehen läßt, denn die rothe Auflösung des Chamäleon enthält übermangan-

saures Kali. Ferner erzeugt sie sich, wenn man lösliche Manganverbindungen mit Chlorkalklösung oder unterchlorigsauren Alkalien erhitzt. Man stellt diese Säure dar, indem man $3^1/_2$ Th. chlorsaures Kali mit 5 Th. Aetzkali und 4 Th. Manganüberoxyd zusammenschmelzt, die geschmolzene Masse mit heißem Wasser auszieht und die erhaltene purpurrothe Lösung von übermangansaurem Kali krystallisiren läßt. Das Kalisalz wird durch salpetersaures Silberoxyd, das Silberoxydsalz durch Barytwasser und Barytsalz durch Schwefeläure zerlegt; die purpurrothe Lösung wird zur Trockne verdampft. — Das übermangansaure Kali ($KO, Mn_2 O_7$) bildet Krystalle von so intensiv-rother Farbe, daß sie fast schwarz erscheinen. Sie sind in Wasser schwer löslich und liefern zerrieben ein rothes Pulver.

Schwefelmangan ($Mn S$) findet sich in der Natur als Manganblende oder Manganglanz. Als graues Pulver erhält man es durch Glühen von Braunstein mit Schwefel. Als Hydrat in Gestalt eines fleischrothen Niederschlags, der sich beim Trocknen an der Luft bräunt; durch Fällung einer Manganoxydullösung mit Schwefelammonium, oder wenn dieselbe etwas alkalisch ist, mit Schwefelwasserstoffgas.

Manganchlorür (Chlormangan), eine hellbräunliche krystallinische, in der Glühhitze schmelzbare, in Wasser leicht lösliche Masse. Aus seiner rosenrothen Lösung krystallisirt es mit 4 M.-G. Wasser in rosenrothen Krystallen. Es wird als Nebenproduct bei der Bereitung des Chlors aus Braunstein und Salzsäure in rosenrother Lösung und durch Abdampfen aus derselben in Krystallen erhalten. Die Verbindungen des Manganoxyduls oder die Manganoxydulsalze sind farblos oder blaßrosaroth. Einige derselben mögen hier erwähnt werden:

Das kohlensaure Manganoxydul (MnO, CO_2) bildet den krystallisirten Manganspath, welcher häufig roth ist, an der Oberfläche zu Manganoxydhydrat verwittert und sich dadurch braun färbt. Künstlich erhält man das Salz durch Zersetzung eines Manganoxydulsalzes mittelst kohlensauren Alkalis als ein weißes unlösliches ziemlich luftbeständiges Pulver (als basische wasserhaltige Verbindung.)

Schwefelsaures Manganoxydul (MnO, SO_3. Manganvitriol) wird durch Behandlung des Braunsteins mit Schwefelsäure, unter Sauerstoffentwicklung, und Eindampfen der Lösung bis zur Trockene, als eine weiße pulverige Masse erhalten, welche rasch Wasser aufnimmt, sich leicht in demselben auflöst und aus der gesättigten Lösung unter $+ 60^0$ in blaß-rosenrothen Krystallen mit 7 M.-G. Wasser gewonnen wird, welche hinsichtlich ihrer Form der des Bittersalzes und Eisenvitriols entsprechen. Zwischen $7 — 20^0$ krystallisirt das Salz mit 5 M.-G. Wasser in Krystallen von der Form des Kupfervitriols. — Der Manganvitriol wird leicht als Nebenproduct bei der Bereitung des Sauer-

stoffs aus Braunstein und Schwefelsäure mit schwefelsaurem Natron gemischt bei Bereitung des Chlors aus Braunstein und Schwefelsäure erhalten.

Eisen

findet sich gediegen als Meteoreisen in Verbindung in verschiedenen Erzen, von denen die zur Gewinnung des Eisens benutzten sämmtlich aus Eisenoxyden bestehen. Die wichtigsten sind: der Magneteisenstein, Eisenglanz und Rotheisenstein (Oxyd) Braunstein, Thoneisenstein, Raseneisenstein (Oxydhydrat) und Spatheisenstein (kohlensaures Eisenoxydul). Ferner findet es sich häufig in Verbindung mit Schwefel und Säuren (siehe Mineralogie). Reines Eisen ist von fast silberweißer Farbe, sehr zähe und weich; in der Rothglühhitze wird es so weich, daß es durch Hämmern und Walzen in verschiedene Formen gebracht werden kann. Weißglühhitze macht es noch weicher und schweißbar, so daß mehrere Stücke sich zu einem vereinigen lassen. Läßt sich nur bei sehr hoher Temperatur schmelzen und zeigt bei langsamem Erkalten eine Neigung zu krystallisiren. Es ist unter allen Metallen bei gleicher Härte das zäheste, wird vom Magnet angezogen und auch selbst magnetisch, behält den Magnetismus, wenn es kohlehaltig ist. In feuchter Luft überzieht es sich sehr leicht mit Eisenoxyd (Rost), in lufthaltigem Wasser oxydirt es sich ebenfalls, in luftfreiem Wasser kann es ohne Veränderung aufbewahrt werden. Bei erhöhter Temperatur zersetzt es das Wasser, es bildet sich Eisenoxyd-Oxydul und Wasserstoff wird frei. In verdünnten Säuren löst es sich leicht auf, indem es an die Stelle des entweichenden Wasserstoffs tritt; in sehr starken Säuren ist es schwerlöslich. Es verbindet sich mit den meisten Nichtmetallen, bildet aber nur wenig Legirungen. Chemisch reines Eisen erhält man nur, indem man über erhitztes Eisenoxyd Wasserstoffgas leitet, wobei Wasser gebildet wird und Eisen in fein zertheilter Gestalt zurückbleibt. Das Eisen wird aber bekanntlich meistens im Großen durch einen ziemlich verwickelten Hüttenproceß aus seinen Erzen gewonnen, indem man das Eisen zunächst nach der gehörigen Aufbereitung in sogenannten Hohöfen (Hohofenproceß) aus seinen Erzen als Roheisen abscheidet und dann einem zweiten Proceß, dem sogenannten Frischproceß unterwirft, um das Roheisen in Stab- oder Schmiedeeisen zu verwandeln.

Zur Gewinnung des Eisens aus seinen Erzen werden diese zunächst zur Auflockerung und Entfernung von Wasser und Kohlensäure geröstet, alsdann zerkleinert und hierauf gewöhnlich ärmere und reichere Erze mit einander gemengt (gattirt). Je nach der Natur der Mineralien oder der die Erze begleitenden Gangart werden gewisse Flußmittel (Zuschläge) mit Kalk, Quarz zugemengt, um eine leichtere Schmelzbarkeit hervorzubringen. Dieses Gemenge der Erze und Zuschläge (die Beschickung) wird in abwechselnden Schichten mit Holzkohlen oder Kokes in einen Hohofen gegeben und vermittelst eines heftigen Gebläsefeuers eingeschmolzen, während durch die obere Mündung des Ofens

beständig neue Schichten von Kohlen und Beschickung nachgegeben wird. Das Eisen wird in dem Ofen durch die Kohle und Kohlenoxydgas aus seinen Oxyden abgeschieden oder reducirt; es wird in dem untersten, heißen Raume flüssig und sammelt sich auf dem Boden desselben in geschmolzenem Zustande an. Die Masse, welche sich durch die Zuschläge mit der Gangart bildet, heißt die Schlacke und besteht aus kieselsauren Salzen, sie schwimmt auf dem geschmolzenen Eisen und wird von demselben abgenommen. Das flüssige Metall wird dann abgelassen oder ausgeschöpft. — Eine Beschickung darf nicht über 50 Procent Eisen enthalten.

Hinsichtlich der Theorie der Schmelzung mag bemerkt werden, daß durch die in den Hohofen tretende Gebläseluft mit den brennenden Kohlen Kohlensäure erzeugt wird, welche aber, indem sie durch die höher liegenden Schichten der Kohlen strömt, zu Kohlenoxydgas reducirt wird. Außerdem bildet sich noch Cyanwasserstoffsäure (Blausäure) und bei Anwendung von Steinkohlen Ammoniak ꝛc. Gase, welche die Erze bei ihrem Niedersinken treffen und die Reduction der Metalloxyde bewirken, endlich aber durch die obere Mündung des Ofens entweichen. Das reducirte Eisen wird dann, indem es tiefer sinkt, geschmolzen und durch die Schlacke vereinigt.

Das so erhaltene Eisen heißt Roheisen oder Gußeisen, ist aber nicht rein, sondern kohlenstoffhaltig und kann daher nicht geschmiedet sondern nur zu Gußwaren verwendet werden. Um es schmiedbar zu machen, d. h. um es in Stabeisen zu verwandeln, muß es erst einem besondern Reinigungsproceß unterworfen werden. — Man unterscheidet im Allgemeinen weißes und graues Roheisen. Ersteres ist zinnweiß, stark glänzend, von strahlig blätterigem bis dichtem feinkörnigem Gefüge, sehr hart und spröde, bisweilen von besonders spiegelndem Glanze (Salpetereisen oder Spiegelfluß). Nach einem Mißverhältniß des Erzes zur Kohle d. h. bei unvollständiger Reduction der Erze und zu starkem Gebläse entsteht weißes grelles Roheisen. Das graue Roheisen ist schwarzgrau bis lichtgrau, fein- und grobkörnig, wenig hart, leicht zu feilen und zu bohren. Erzeugt sich bei richtigem Verhältniß der Beschickung, enthält weniger Kohlenstoff, als das weiße Roheisen. Bei zu vieler Kohle entsteht graues graphithaltiges gares Roheisen. Oftmals kommen graues und weißes Roheisen in einem Stück von besonderer Lage vor (halbirtes Roheisen). Das weiße Roheisen schmilzt weit leichter, als das graue. Ersteres ist nur schwierig, das andere gar nicht schweißbar. Das Roheisen läßt sich überhaupt bei Rothglühhitze erweichen und dann sägen, löst sich in verdünnter Schwefelsäure, unter Entwickelung eines unangenehm riechenden kohlehaltigen Wasserstoffgases, wobei Kohle und Phosphor, Arsenikeisen und Kieselsäure zurückbleiben; es löst sich ferner in sehr verdünnter kalter Salpetersäure, ohne Gasentwickelung, unter Zurücklassung seines ganzen Kohlenstoffsgehaltes. Es enthält 3,15 — 3,25 Proc. Kohlenstoff, theils chemisch gebunden, theils von Graphitblättchen eingemengt, außerdem veränderliche kleine

Mengen von Kiesel, Phosphor, Arsenik, Mangan, Schwefel 2c. Um es von diesen nachtheiligen Substanzen zu befreien und zu entkohlen und so Stabeisen daraus zu erzielen, muß es einer Reinigung durch den sogenannten Frischproceß unterworfen werden. Dieser wird entweder auf Heerden (Heerdfrischung) oder in Flammenöfen (Puddlingsproceß, englischer Puddlingsproceß) ausgeführt. Das Frischen in Heerden (der deutsche Frischproceß) wird betrieben, indem man das Roheisen auf einem Heerde mit Kohlen bedeckt, anzündet und den Luftstrom eines starken Gebläses darauf einwirken läßt, damit sämmtliche Eisentheile mit der Kohle und der Luft in Berührung kommen, wodurch fortwährend Kohlenstoff zu Kohlensäure verbrannt und dadurch Eisen reducirt wird. Wichtig ist hierbei der in dem Roheisen enthaltene Sand (Kieselsäure), welcher sich mit dem gleichzeitig entstehenden Eisenoxydul (Garschlacke) vereinigt, welches abgelassen und um die Entkohlung des Roheisens zu bewirken, nebst Hammerschlag (Eisenoxydoxydul) zur nächsten Schmelzung gegeben wird. Glüht man nämlich Roheisen mit Eisenoxyd oder basisch kieselsaurem Eisenoxydul, so giebt dasselbe an den Kohlenstoff Sauerstoff ab und es bildet Kohlenoxydgas und Eisen, indem das basisch-kieselsaure Salz sich in neutrales (Rohschlacke) verwandelt und solches nicht mehr entkohlend wirkt. — Durch den Frischproceß werden auch die oben angeführten Beimengungen oxydirt und in die Schlacke getrieben. Nach Beendigung desselben wird die Eisenmasse (Deul oder Luppe) noch glühend unter einen schweren Hammer gebracht, wodurch die Schlackentheile ausgepreßt werden, wonach man Luppe in Stücke zertheilt und zu Stäben ausschmiedet. In England und auch jetzt viel in Deutschland reinigt man das Eisen nicht durch den Heerdfrischproceß, sondern in Flammenöfen mittelst Steinkohlen (Puddlingsproceß). Solche Oefen nennt man Puddlingsöfen, welche gewöhnlich zwei Heerde haben, von denen der eine kleinere zum Erwärmen des Eisens dient, während in dem andern größeren, einem viereckigen hohlen eisernen Kasten mit Luftzutritt, das Entkohlen des Eisens vorgenommen wird, indem man auf demselben eine Decke von Frischschlacken mit Hammerschlag vermischt, bis zum Weißwerden erhitzt und dann das auf dem kleinern Heerde erwärmte Eisen ausbreitet und unter fortwährendem Erhitzen mit Stangen umrührt (puddelt, von dem englischen Worte „puddle“ rühren, manschen, hergenommen). Es bilden sich während dieses Umrührens blaue Flämmchen von Kohlenoxydgas, und die breiige Consistenz nimmt nach und nach mehr ab. — Nach Beendigung dieses Processes wird das Eisen zu Ballen geformt und unter dem Stirnhammer von der Schlacke befreit. Die während des Processes sich bildende Schlacke fließt vorn in den Ofen von dem Eisen ab und wird von Zeit zu Zeit durch eine besondere Oeffnung abgelassen. Zur Verbesserung dieses Processes sind in neuerer Zeit viele Vorschläge gemacht worden.

Das nach der einen oder andern Methode erhaltene Eisen ist das Stabeisen oder Schmiedeeisen mit 1/2 Procent Kohlenstoff, gewöhnlich auch noch

Spuren von Kiesel und Mangan von hellgrauer Farbe, geschmiedet von sehnigem zackigem Gefüge. Das härteste und zäheste geschmeidige Metall läßt sich nicht zu sehr dünnen Platten ausschlagen, aber zu feinem Draht ausziehen, wird glühend in kaltes Wasser getaucht (abgelöscht) nicht härter. Es erweicht bei Rothglühhitze und läßt sich in Weißglühhitze zusammenschweißen, schmilzt weit schwerer als Roheisen, erst in der strengsten Weißglühhitze bei etwa 1600°. Es krystallisirt in Würfeln und entspricht einem spec. Gew. von 7,7.

Enthält das Schmiedeeisen Schwefel, Arsenik oder Kupfer, so zerbröckelt es, wenn es rothglühend gehämmert wird, d. h. es ist rothbrüchig; durch einen Gehalt von Phosphor wird es kaltbrüchig d. h. es läßt sich zwar glühend verarbeiten, bricht aber, wenn es kalt ist, schon beim Biegen. Durch Kiesel wird es hart und mürbe, d. h. faulbrüchig.

Verbindungen des Eisens.

Das Eisen verbindet sich mit dem Sauerstoff in vielen Verhältnissen, deren man bis jetzt vier kennt, nämlich: Eisenoxydul, Eisenoxyduloxyd (Hammerschlag, Magneteisenstein), Eisenoxyd und Eisensäure. Eine fünfte Oxydationsstufe, das Eisenunteroxyd (Fe_4O), bildet sich beim Verbrennen von Eisendraht im Knallgasgebläse.

Eisenoxydul (FeO) findet sich in der Natur nie rein, mit Eisenoxydul verbunden als Magneteisenstein, mit Kohlensäure verbunden als Spatheisenstein, mit Kieselsäure und Thonerde in vielen Mineralien. Es ist in reinem Zustande unbekannt, bildet sich beim Auflösen in verdünnten Säuren, aus denen Alkalien weißes Oxydhydrat fällen, welches sich rasch höher oxydirt, zuerst graugrün wird und in gelbbraunes Oxydhydrat übergeht. Das Oxydhydrat löst sich nicht in Ammoniak aber leicht in Säuren, mit denen es Oxydulsalze bildet. Das in der Heilkunde angewandte schwarze Eisenoxydul ist ein Gemenge von Eisenoxydul und Kohleneisen.

Eisenoxyd (Fe_2O_3) findet sich natürlich als Eisenglanz und Rotheisenstein, wasserhaltig im Brauneisenstein, so wie mit einigen Säuren verbunden. Als Eisenglanz häufig krystallisirt (rhomboëdrisch), eisenschwarz, stark glänzend, in dünnen Blättchen mit blutrother Farbe, durchscheinend, von 5,24 spec. Gew., liefert ein braunrothes Pulver. Das günstig dargestellte Oxyd ist theils schwarz und krystallisirt, theils ein helleres oder braunrothes Pulver. In Form von Eisenglanz krystallisirt wird es durch Glühen von Eisenchlorid- und Wasserdampf oder durch Glühen eines Gemenges von Eisenvitriol und Kochsalz und nachheriges Auslaugen des gebildeten Glaubersalzes. Als braunrothes Pulver erhält man es durch Glühen von Eisen an der Luft oder durch Erhitzen des Eisenvitriols, namentlich als Nebenproduct bei der Bereitung der Nordhäuser Schwefelsäure; als solches führt es den Namen Colcothar, welches als Farb- und Polirpulver angewendet wird. Letzteres wird sehr schön durch Glühen von

kleesaurem Eisenoxydul erhalten. Ferner stellt man das Eisenoxyd durch Glühen von salpetersaurem Eisenoxyd, oder durch Glühen von Eisenvitriol mit Salpeter und Auslaugen der Masse mit Wasserdampf dar. Als Oxydhydrat von brauner Farbe (Rost) erhält man es durch Fällung der Lösung eines Eisenoxydsalzes oder Eisenchlorids, mittelst Kali, Natron, kohlensauren Alkalien oder am besten mittelst Ammoniak, wodurch es in Form eines braunen Niederschlags gefällt wird, welcher als Mittel gegen Arsenikvergiftungen Anwendung findet. — Das braune Eisenoxyd der Apotheken wird durch Fällen einer Eisenvitriollösung mit kohlensaurem Natron dargestellt und besteht aus Eisenoxydhydrat, etwas kohlensaurem Eisenoxydul und häufig aus nicht unbedeutenden Mengen des Fällungsmittels.

Eisenoxyduloxyd (FeO, Fe_2O_3) bildet den Magneteisenstein, welcher sich öfters in Oktaëdern krystallisirt vorfindet und eins der besten Eisenerze ist (siehe Mineralogie). Es bildet sich beim Verbrennen des Eisens in Sauerstoff, oder wenn man Wasserdämpfe über glühendes Eisen leitet. Die Verbindung ist magnetisch und geht bei Zutritt der Luft in Eisenoxyd über. Als braunschwarzes magnetisches Hydrat erhält man es durch Auflösen von Eisen ohne Luftzutritt in verdünnter Schwefelsäure und durch Erhitzen von $^2/_3$ der Auflösung mit Salpetersäure, welcher nach dem Erkalten das andere $^1/_3$ Oxydullösung zugemischt wird. Eine Fällung dieser gemischten Lösung mittelst eines Ueberschusses von Ammoniak liefert Eisenoxydhydrat. — Der Hammerschlag oder Glühspan, welcher sich bildet, wenn man glühendes Eisen in Wasser ablöscht, ist ebenfalls Eisenoxyduloxyd, enthält aber mehr Oxydul und ist aus $Fe_2O_3 + 6\,FeO$ zusammengesetzt.

Eisensäure (FeO_3), nur in Verbindung mit Basen bekannt. Man erhält sie mit Kali verbunden, wenn man Eisenoxyd, Salpeter und Kali einige Zeit lang glüht und die geglühte Masse auszieht, in Gestalt einer schön rothen Lösung.

Ferner erhält man das Salz durch Sättigung eines Gemenges von Eisenoxydhydrat und concentrirter Kalilauge mittelst Chlorgas.

Verbindungen des Eisens mit einigen Nichtmetallen, mit Schwefel, Chlor, Jod und Kohlenstoff.

Schwefeleisen. Das Eisen vereinigt sich mit dem Schwefel in verschiedenen Verhältnissen. Halb-Schwefeleisen, Einfach-Schwefeleisen, Anderthalb-Schwefeleisen und Zweifach-Schwefeleisen.

Halb-Schwefeleisen (Fe_2S) bildet sich beim Erhitzen von schwefelsaurem Eisenoxydul unter Wasserstoffgas, wobei die Hälfte der Schwefelsäure als schweflige Säure entweicht. Ferner bildet es sich beim Ausschmelzen von Kupfer und Blei und stellt ein schwarzgraues Pulver dar.

Einfach-Schwefeleisen (FeS) findet sich in der Natur mit andern Schwefelmetallen verbunden und bildet sich, auf trockenem Wege dargestellt, durch

Eintauchen einer bis zum Weißglühen erhitzten Eisenstange in geschmolzenem Schwefel. So gewonnen erscheint es als eine bronzegelbe Masse, die auch durch Schmelzen von 3 Th. Eisen und 3 Th. Schwefel erhalten wird. Auf nassem Wege durch Fällung der Lösung eines Eisenoxydulsalzes mittelst Schwefelammonium erzeugt, erscheint es als ein schwarzes Pulver. Mit Säuren behandelt, wird es unter Chlorwasserstoffentwickelung zu Oxydulsalz aufgelöst.

Anderthalb-Schwefeleisen ($Fe_2 S_3$) findet sich mit Schwefelkupfer verbunden im Kupferkies. Auf künstlichem Wege erhält man es, wenn man über Eisenoxydhydrat bei gewöhnlicher Temperatur Schwefelwasserstoffgas leitet oder eine Lösung von schwefelsaurem Eisenoxydul tropfenweise mit Schwefelammonium mischt. Es ist gelblich-grau und verwandelt sich an der Luft im feuchten Zustande in ein Gemenge von Eisenoxyd und Schwefel. Mit Salzsäure behandelt entwickelt sich Schwefelwasserstoffgas.

Zweifach-Schwefeleisen ($Fe S_2$) bildet den Schwefelkies und Strahlkies (siehe Mineralogie), ist messinggelb und bildet sich häufig, wenn die Lösungen von Eisenoxydulsalzen mit organischen Substanzen in Berührung kommen. Beim Erhitzen unter Abschluß der Luft entweicht 1 Th. Schwefel und es bleibt eine niedrige Schweflungsstufe $6 Fe S + Fe S_2$ zurück, die sich auch in der Natur als Magnetkies findet.

Eisenchlorür ($Fe Cl$), weiße Masse, in starker Hitze schmelzbar und flüchtig; sublimirt sich in glänzenden Blättchen, ist in Wasser löslich und entsteht durch Glühen von Eisen in Chlorwasserstoffgas oder mit Salmiak, so wie auch durch Auflösen von Eisen in Salzsäure. Aus der blaßgrünen Auflösung krystallisirt es in wasserhaltigem Zustande mit 4 M.-G. Wasser in blaßgrünen zerfließlichen Krystallen.

Eisenchlorid ($Fe_2 Cl_3$) erscheint in tafelförmigen, halb metallisch glänzenden, zerfließlichen, sehr leicht löslichen Krystallen, bildet sich, wenn Eisen im Chlorgas gelinde erhitzt wird, wobei es sich entzündet, so wie auch durch Auflösen von Eisenoxydulhydrat in Salzsäure oder von Eisen in Königswasser und Abdampfen der Lösung. Es ist in Alkohol und Aether löslich. Ein Gemenge von Eisenchlorid und Salmiak bildet den sogenannten Eisensalmiak.

Eisenjodür ($Fe S$) ist eine braune in Wasser leicht lösliche zerfließliche Masse, welche man durch Zusammenbringen von Jod, Eisenfeile und Wasser und vorsichtiges Abdampfen der Lösung bis zur Trockne erhält. Aus der concentrirten Lösung scheidet sich das Eisenjodür in blau-grünen Krystallen mit 5 M.-G. Wasser ab; eine Auflösung des Jodürs löst Jod auf und die dunkelgefärbte Lösung enthält, je nach der Menge des angewandten Jods entweder Jodid oder eine Verbindung von Jodür und Jodid. Das Jodid ($Fe J_3$) ist mit gelbrother Farbe leicht löslich.

Kohlenstoffeisen. Die Vereinigung des Eisens mit dem Kohlenstoff kennt man in zwei verschiedenen Verhältnissen, nämlich eine Verbindung aus

1 M.-G. Eisen mit 2 M.-G. Kohlenstoff ($Fe\,C_2$), welche durch Glühen von Blutlaugensalz erhalten wird und eine Verbindung von 2 M.-G. Eisen und 3 M.-G. Kohlenstoff ($Fe_2\,O_3$), welche durch Glühen von Berlinerblau gewonnen wird. Am wichtigsten sind jedoch die Verbindungen des Eisens mit dem Kohlenstoff, welche als Roheisen, Stahl und Spiegeleisen bekannt sind, von denen die ersteren aus $Fe_4\,C$ zusammengesetzt ist. Diese sowohl, als das Spiegeleisen sind bereits erwähnt worden.

Stahl, ein kohlenstoffhaltiges Eisen mit weniger Kohlenstoff als das Roheisen, — mit mehr als das Stabeisen — durchschnittlich mit 1—2 Proc., wird auf zweierlei Weise erhalten, indem man dem Roheisen Kohlenstoff entzieht oder indem man zu Stabeisen Kohlenstoff hinzufügt. Nach der ersten Methode nennt man ihn Frischstahl, nach der zweiten Cementstahl.

Frischstahl (Rohstahl, Schmelzstahl) wird aus dem Roheisen dargestellt, indem man dasselbe mit Kohle und Schlacke in einem Gebläse auf einem Frischheerde (dem Eisenfrischen gleich) aussetzt; jedoch darf die Operation nicht zu lange fortgesetzt werden, damit nicht sämmtlicher Kohlenstoff entzogen und nicht etwa Stabeisen gebildet werde. Nach Vollendung des Frischens wird der Stahl ausgestreckt, zusammengebogen, wieder gestreckt und dadurch gleichförmig gemacht (gegerbter Stahl, gegerbter Rohstahl). — Der Rohstahl enthält nicht selten Spuren von Kiesel und Mangan, auch von Aluminium, welche aus dem Roheisen herrühren.

Cement- oder Brennstahl wird erhalten, indem man Stabeisen mit befeuchtetem Kohlenpulver oder mit Bohr- oder Drehspänen von Gußeisen in wohl zu verschließenden Thonkasten (Cementirkasten)· glüht. Auf der Oberfläche ist der Cementstahl gewöhnlich blasig (Blasenstahl).

Da die Gleichförmigkeit des Stahls durch Gerben nicht immer vollständig erreicht wird, so wird er unter einer Decke von Glaspulver und Kohle umgeschmolzen (Gußstahl). Diese Operation nimmt man sowohl mit dem Frisch- als auch mit dem Cementstahl vor.

Damascirter Stahl wird solcher genannt, der nach dem Aetzen mit Säuren auf seiner polirten Oberfläche Streifen und Zeichnungen von heller und dunkler Farbe führt, d. h. ein zusammengeschweißtes Gemenge von gleichem Stabeisen zeigt, wie dies vorzüglich bei einer besondern Art des damascirten Stahls, dem indischen Wootz, der Fall ist.

In Betreff seiner Eigenschaften ist der Stahl von hellgrauer ins Bläuliche übergehenden Farbe und hat ein spec. Gew. von 7,665—7,9, ist weniger zähe, aber härter und spröder als Eisen, läßt sich nur schwierig in der Rothglühhitze unter dem Hammer verarbeiten, und ist in der Weißglühhitze schweißbar. Sein Bruch ist feinkörnig, mattschimmernd und weich. Glühend plötzlich abgekühlt (abgelöscht) wird er sehr hart, spröde, elastisch (das Härten des Stahls). Bei langsamem Abkühlen bleibt er in der Kälte geschmeidig,

weich, nur wenig härter als Stabeisen. Er läuft beim Erhitzen an der Luft mit verschiedenen bei der Hitze zunehmenden Farben an, wodurch der Grad seiner Härte bestimmt werden kann (das Anlassen oder Anlaufen des Stahls). Bei 215⁰ wird er hellgelb, dann dunkelgelb, purpurfarben, violett, dunkelgrau; bei anfangendem Glühen bildet sich eine dicke schwarze Oxydrinde. Er schmilzt leichter als Stabeisen, schwerer als Roheisen, ungefähr bei 1200⁰ und behält den Magnetismus. — Auf der Oberfläche des Eisens läßt sich das Eisen in Stahl verwandeln, indem man dasselbe in glühendem Zustande mit gepulvertem gelben Blutlaugensalze oder mit Boraxpulver bestreicht und dann ablöscht.

Eisenoxydul- und Oxydsalze. Die Verbindungen des Oxyduls mit den Säuren (Eisenoxydulsalze) sind in wasserhaltigem Zustande grün, im wasserfreien weiß. An der Luft geht das Oxydul leicht in Oxyd über und sie werden gelb oder braun. Aus ihrer Lösung scheidet sich ein basisches Oxydsalz ab. Die wichtigsten dieser Salze sollen hier angeführt werden.

Kohlensaures Eisenoxydul ($FeCO_2$), natürlich als Spatheisenstein, häufig in kohlensäurehaltigem Mineralwasser aufgelöst (Stahlwasser), wie sie sich in Pyrmont, Karlsbad, Teplitz 2c. finden. Künstlich dargestellt bildet es einen weißfarbigen Niederschlag, der durch Zersetzung des schwefelsauren Eisenoxyduls mittelst kohlensauren Natrons erhalten wird, aber sich an der Luft rasch in braunes fast kohlensäurefreies Eisenoxydhydrat umändert.

Schwefelsaures Eisenoxydul (Eisenvitriol, $FeSO_3 + 7\,HO$) krystallisirt mit 7 M.-G. Wasser in schiefen rhombischen Säulen von graugrüner Farbe, die in trockener Luft in ein feines weißes Pulver von wasserfreiem schwefelsaurem Eisenoxydul zerfallen und gelb werden. Das Salz ist in Wasser leicht löslich. Die blaßgrüne Lösung verwandelt sich an der Luft allmälig in braungelbe Oxyduloxydlösung unter Absetzung gelben basischen Salzes. Es zersetzt sich in der Rothglühhitze in Schwefelsäure, schweflige Säure und Eisenoxyd. Das Salz wird durch Auflösen von Eisen oder Schwefeleisen in verdünnter Schwefelsäure, als Nebenproduct bei der Wasserstoffentwicklung durch Eisen und die eben genannten Säuren, erhalten; aber seiner bedeutenden Anwendung halber in der Färberei, zu Tinte 2c. im Großen durch Verwittern und Auslaugen der Schwefelkiese gewonnen.

Salpetersaures Eisenoxydul (FeO, NO_5) erhält man durch Auflösen von Schwefeleisen in kalter und verdünnter Salpetersäure. Die grüne Lösung giebt, unter der Luftpumpe verdunstet, grüne, in Wasser leicht lösliche Krystalle.

Phosphorsaures Eisenoxydul; ein weißer Niederschlag von $3\,FeO\ PO_5$, wird erhalten, wenn man eine Lösung von schwefelsaurem Eisenoxydul mit einer Auflösung von gewöhnlichem phosphorsauren Natron vermischt, nimmt aber stets, der Luft ausgesetzt, eine blaue Farbe an und ändert sich in phos-

phorsaures Eisenoxydul um. Die Verbindung findet sich mit 8 M.-G. Wasser in dem Mineral Vivianit in durchsichtigen blauen Krystallen.

Kieselsaures Eisenoxydul macht häufig krystallisirt den Hauptbestandtheil der Frischschlacke aus und ist in vielen Mineralien enthalten.

Die Verbindungen des Eisenoxydes mit den Säuren oder die Eisenoxydsalze sind in wasserhaltigem Zustande von gelber oder gelbrother Farbe. Die wichtigsten sind folgende:

Schwefelsaures Eisenoxyd ($Fe_2\,O_3$, $3\,SO_3$), nicht krystallisirbare, weiße, in Wasser mit rothgelber Farbe lösliche Masse, welche in contentrirter Schwefelsäure unlöslich ist. Wird erhalten durch Eisenoxyd mit Schwefelsäure und Eintrocknen oder durch Oxydation des Oxydulsalzes. Das Eisenoxyd bildet mit der Schwefelsäure außerdem noch mehrere basische Salze und findet sich in mehreren Mineralien, so z. B. im Vitriolocker. Mit schwefelsaurem Kali und schwefelsaurem Ammoniumoxyd bildet es Eisenalaune, welche beide mit Krystallwasser in amethystfarbenen Oktaëdern krystallisiren und wie der gewöhnliche Alaun zusammengesetzt sind, nur daß darin das Aluminium durch Eisen vertreten ist. Mit Thonerde-Alaun krystallisiren sie in unbestimmten Verhältnissen.

Salpetersaures Eisenoxyd ($Fe_2\,O_3$, $3\,NO_5$). Rothbraune nicht krystallisirbare Masse, welche durch Auflösen von Eisen in mäßig concentrirter Salpetersäure erhalten wird.

Phosphorsaures Eisenoxyd wird durch wechselseitige Zersetzung erhalten und bildet ein weißes Pulver.

Arseniksaures Eisenoxyd bildet das Mineral Skorodit, und künstlich dargestellt einen dem phosphorsauren Salze ähnlichen weißen Niederschlag.

Nickel

findet sich in der Natur hauptsächlich in Verbindung mit Arsenik im Kupfernickel und Nickelglanz in der Nickelblüthe, ferner in Nickelantimonglanz, Haarkies rc. Es ist eins der selteneren Metalle, in reinem Zustande fast silberweiß, stark glänzend, von der Härte des Eisens, vollkommen streck- und dehnbar, von 8,8 spec. Gew., fast so strengflüssig wie Stabeisen. Es wird vom Magnet angezogen und ist auch selbst magnetisch. Löst sich in verdünnten Säuren langsam, unter Wasserstoffentwickelung, und wird von Salpetersäure mit Heftigkeit oxydirt. Es dient zur Fabrikation des Neusilbers und ähnlicher Legirungen. Das Hauptmaterial bilden der Kupfernickel (Nickel und Arsen, $Ni_2\,As$) und die Kobaltspeise, eine metallisch-geschmolzene Masse, welche sich bei der Bereitung der Smalte aus den Kobalterzen unter dem schmelzenden Glase ansammelt, und im Wesentlichen aus Arseniknickel besteht.

Zur Gewinnung von ganz reinem Nickel erhitzt man ein Gemenge von 1 Th. Arseniknickel (Kupfernickel oder Kobaltspeise), 2 Th. Salpeter und 2 Th.

Potasche längere Zeit bis zum Glühen, wodurch sämmtliche Metalle oxydirt werden, und sich arsensaures Kali erzeugt, welches letztere man mit Wasser auszieht. Oder man schmelzt Arsenikníckel mit dem dreifachen Gewichte Potasche und Schwefel, wodurch Schwefelarsenik-Schwefelkalium, welches man in Wasser auflöst, und Schwefelnickel entsteht, welches zurückbleibt. Die Oxyde werden in Salzsäure, aber der Schwefelnickel wird in Salpetersäure aufgelöst, wobei Schwefel zurückbleibt. Die Auflösung wird erwärmt, mit Schwefelwasserstoff behandelt, um beigemengtes Kupfer, Wismuth, Schwefel und Arsenik zu fällen. Die abfiltrirte Lösung wird zur Befreiung des überschüssigen Schwefelwasserstoffgases erhitzt und noch heiß durch kohlensaures Kali gefällt, wodurch man einen Niederschlag von kohlensaurem Nickeloxydul verunreinigt von Kobalt- und Eisenoxyd erhält, welcher ausgewaschen durch einen Ueberschuß von Kleesäure übergossen wird. Es bildet sich hierdurch oxalsaures Nickeloxydul und Kobaltoxydul in ungelöstem Zustande, während oxalsaures Eisenoxyd aufgelöst wird, dessen Auflösung man von ersterem abfiltrirt. Behandelt man nun das durch Kobaltoxydul noch verunreinigte oxalsaure Nickeloxydul mit Aetzammoniak und läßt die Lösung an der Luft stehen, so schlägt sich blaugrünes oxalsaures Nickeloxydul-Ammoniak nieder, während oxalsaures Kobaltoxydul mit rosenrother Farbe aufgelöst bleibt. Durch Glühen des oxalsauren Nickeloxyduls in einem bedeckten Tiegel erhält man reines Nickelmetall ($NiO, C_2O_3 = Ni + 2\,CO_2$) in fein zertheilter Gestalt als Nickelschwamm, welche man unter einer Decke von Glaspulver in einem Glühofen zu einer Masse vereinigt.

Verbindungen des Nickels.

Das Nickel vereinigt sich mit dem Sauerstoff zu Nickeloxydul und Nickeloxyd.

Nickeloxydul (NiO) ist in wasserfreiem Zustande ein schwarzes Pulver, welches bei sehr hoher Temperatur schmilzt, vom Magnet nicht angezogen und durch Kohle und Wasserstoff, so wie durch Glühen seines oxalsauren Salzes sehr leicht reducirt wird. Als Hydrat (NiO, HO) besitzt es eine graue Farbe und ist in Ammoniak mit blauer Farbe löslich. Man erhält das Nickeloxydul durch Glühen des salpetersauren Nickeloxyduls, das Hydrat des kohlensauren Oxyduls durch Zusammenschmelzen von Nickel und Salpeter und Ausziehen mit Wasser. Das Hydrat bildet sich, wenn man die Lösung eines Nickeloxydulsalzes mit Kali fällt und die Flüssigkeit einige Zeit sieden läßt. Das im Anfange entstandene basische Salz wird dadurch in reines Oxydulhydrat, in apfelgrüne Farbe verwandelt. Die Nickeloxydulsalze und ihre Verbindungen sind grün.

Nickeloxyd (Ueberoxyd, NiO_3), ein schwarzes Pulver, welches durch Behandeln des Oxyduls mit Chlor oder durch Sieden der Lösung eines Oxydulsalzes mit unterchlorigsaurem Natron oder endlich durch gelindes Glühen des salpetersauren Nickeloxyduls erhalten wird. Es verbindet sich nicht mit Säuren,

giebt mit Schwefelsäure erhitzt Sauerstoff, und schwefelsaures Nickeloxydul mit Salzsäure, Chlor und Nickelchlorür.

Chlornickel oder **Nickelchlorür** (Ni Cl) erscheint im wasserfreien Zustande in glänzenden goldgelben zarten Krystallschuppen, im wasserhaltigen in grünen Krystallen, die beim Erhitzen unter Verlust ihres Krystallwassers gelb werden. Man erhält es wasserfrei durch Erhitzen von Nickelschwamm in einem Strome von Chlorgas oder durch Lösen von Nickeloxydul in Salzsäure und Abdampfen der Lösung.

Schwefelnickel (Ni S) bildet sich durch Zusammenschmelzen von Nickel und Schwefel, und erscheint dann hellmessinggelb, metallglänzend. Auf nassem Wege durch Fällen eines Nickeloxydulsalzes mit Schwefelammonium braun, pulverförmig. Natürlich findet es sich als Haarkies.

Nickeloxydulsalze. Die wichtigsten sind folgende: **schwefelsaures Nickeloxydul** (NiO, SO_3), krystallisirt bei gewöhnlicher Temperatur mit 7 M.-G. Wasser von der Form des Bittersalzes als heiße Lösung mit 6 M.-G. Die Krystalle sind dunkel-schmaradggrüne, leicht löslich im Wasser, unlöslich in Weingeist, geben in höherer Temperatur Wasser ab, unter Zurücklassung eines gelben wasserfreien Salzes, welches in der Rothglühhitze die Säure entläßt. Man erhält das schwefelsaure Nickeloxydul durch Behandeln von Nickel mit Schwefelsäure, unter Zusatz von etwas Salpetersäure, oder durch Auflösen von Nickeloxydul oder kohlensaurem Nickeloxydul in Schwefelsäure und Abdampfen der Lösung.

Salpetersaures Nickeloxydul (NiO, NO_5) bildet mit 6 M.-G. Wasser leicht lösliche schmaragdgrüne Krystalle, welche an feuchter Luft zerfließen, beim Erhitzen zuerst ein gelblich basisches Salz liefern, dann Oxyd und zuletzt Oxydul zurücklassen. Wird erhalten durch Auflösen von Nickel oder Nickeloxydul in Salpetersäure und Abdampfen der Lösung.

Legirungen des Nickels.

Die wichtigste Legirung ist das bekannte Neusilber (Argentan, in China Packfong genannt). Wird durch Zusammenschmelzen von 100 Th. Kupfer, 60 Th. Zink und 40 Th. Nickel erhalten. Es besitzt die Farbe und den Klang des 12löthigen Silbers.

Kobalt (Co)

findet sich gediegen in sehr geringer Menge in dem Meteoreisen, meistens kommt er mit Arsenik, Schwefel und Sauerstoff vor, als Speiskobalt, Glanzkobalt, Erdkobalt, Kobaltblüthe ꝛc. Er ist im reinen Zustande stahlgrau, stark glänzend, sehr politurfähig, hart, spröde, von 8,5 spec. Gew.; schmilzt ungefähr so schwer wie Roheisen und ist magnetisch. Für die Darstellung hat man verschiedene Methoden z. B. folgende: 1 Th. gepulvertes und geröstetes Kobalterz wird mit 3 Th. zweifach-schwefelsaurem Kali erhitzt, bis keine Schwefelsäure

mehr entweicht. Die erkaltete Masse, welche schwefelsaures Kobaltoxydul und unlösliche arsensaure Salze enthält, wird mit Wasser ausgezogen und die Lösung mit kohlensaurem Natron gefällt. Das erhaltene kohlensaure Kobaltoxydul wird in oxalsaures Salz verwandelt und letzteres geglüht.

Verbindungen des Kobalts.

Mit dem Sauerstoff vereinigt sich der Kobalt zu Kobaltoxydul und Kobaltoxyd.

Kobaltoxydul (CoO) erscheint im wasserfreien Zustande als ein grünes oder aschgraues Pulver. Aus den Lösungen seiner Salze wird durch Kali ein blauer Niederschlag von basischem Salze erzeugt, der sich beim Kochen in ein graues krystallinisches Pulver, in das Oxydulhydrat verwandelt, welches bei schwachem Glühen, unter abgehaltener Luft, reines Oxydul liefert und sich durch Kohle, so wie durch Wasserstoff leicht reduciren läßt. — Das Kobaltoxydul enthält Glasflüsse von blauer Färbung. Seine Salze karmoisinroth und rosaroth.

Kobaltoxyd (Ueberoxyd, $Co_2 O_3$) entsteht als ein schwarzes Hydrat durch Behandlung des Oxydulhydrats mit unterchlorigsaurem Natron. Verwandelt sich beim Glühen in schwarzes Oxydoxydul. Durch gelindes Glühen des salpetersauren Oxyduls erhält man das Kobaltoxyd wasserfrei als ein braunschwarzes Pulver. In der Kälte verbindet es sich mit einigen Säuren ohne Zersetzung, in der Wärme aber entwickelt sich Sauerstoff und es bildet sich Kobaltoxydulsalz.

Chlorkobalt oder Kobaltchlorür (Co Cl) bildet sich beim Erhitzen von Kobalt in Chlorgas, wasserfrei als eine sublimirbare sich zu feinen violettrothen Krystallblättchen verdichtende Masse, welche mit Wasser eine carmoisinrothe Lösung liefert. Im verdünnten Zustande ist diese als sympathetische Tinte zu benutzen, da die geschriebene Tinte nach dem Trocknen unsichtbar, beim Erhitzen des Papiers aber deutlich hervortritt.

Schwefelkobalt (Co S) bildet durch Erhitzen von Kobalt in Schwefeldämpfen oder durch Glühen von geröstetem Glanzkobalt mit kohlensaurem Natron und Schwefel, nach Ausziehen der erkalteten Masse mit Wasser, eine krystallinische, metallglänzende Substanz von graugelber Farbe. Durch Fällen einer Oxydulsalzlösung mit Schwefelammonium erhalten, ist es schwarz und pulverförmig. Eine dem Oxyd entsprechende Verbindung ($CO_2 S_3$) findet sich in der Natur als Kobaltkies.

Kobaltoxydulsalze. Unter den Verbindungen des Kobaltoxyduls mit Säuren oder den Kobaltoxydulsalzen — in wasserfreiem Zustande blau, in wasserhaltigem meistens roth — sind namentlich das salpetersaure, das arsensaure, das schwefelsaure und kohlensaure Kobaltoxydul zu erwähnen.

Salpetersaures Kobaltoxydul (CoO, NO_5) krystallisirt schwierig in rothen Säulen mit 5 oder 6 M.-G. Wasser, in feuchter Luft zerfließbar.

Wird erhalten durch Behandeln von Kobalt, Kobaltoxydul, des kohlensauren Kobaltoxyduls mit Salpetersäure.

Schwefelsaures Kobaltoxydul (CoO, SO_3). Rothe Krystalle mit 7 M.-G. Wasser, in Wasser nicht, aber in Weingeist löslich. Wird, wie das vorige Salz, mittelst verdünnter Schwefelsäure dargestellt.

Kohlensaures Kobaltoxydul bildet sich durch Fällen der Lösung eines Kobaltoxydulsalzes mittelst kohlensauren Natrons.

Arsensaures Kobaltoxydul ($3CoO, AsO_5$) findet sich in der Natur als Kobaltblüthe. Durch wechselseitige Zersetzung der basischen und neutralen Arsensäuresalze, der Alkalien und löslichen Kobaltoxydulsalze erhält man pfirsichrothe Niederschläge.

Kieselsaures Kobaltoxydul macht einen Bestandtheil der blauen Kobaltgläser aus.

Kieselsaures Kali-Kobaltoxydul ist die sogenannte Smalte, welche als Farbematerial benutzt und durch Zusammenschmelzen der gerösteten Kobalterze mit Sand und Potasche, Pochen und Mahlen des tiefblauen Glases hergestellt wird. Andere Kobaltfarben sind das Thénardsblau und Rinnmannsgrün. Die erste derselben ist schön blau und besteht aus Thonerde und Kobaltoxydul. Man erhält dieselbe, wenn man eine Reihe Kobaltoxydullösung mit reinem Alaun mengt, die Lösung durch kohlensaures Alkali niederschlägt und den ausgewaschenen und getrockneten Niederschlag stark glüht. Schöner wird die Farbe, wenn man arsensaures oder phosphorsaures Kobaltoxydul mit Thonerdehydrat anwendet. Rinnmannsgrün ist ähnlich zusammengesetzt, nur ist die Thonerde durch Zinkoxyd vertreten. Man erhält diese Farbe, wenn man anstatt der Alaunlösung eine Lösung von Zinkvitriol anwendet.

Uran

findet sich nur sparsam, stets oxydirt, hauptsächlich als Oxydoxydul (Uranpecherz), außerdem in Uranoker, Uranit, Uranglimmer 2c. in der Natur. Aus Chloruran oder Uranchlorür, durch Kalium dargestellt, bildet es eine dunkelgraue zusammengesinterte Masse, welche beim Erhitzen der Luft mit großem Glanz zu Oxydoxydul verbrennt und sich in verdünnten Säuren unter Wasserstoffentwickelung zu einer grünen Flüssigkeit auflöst. Durch das Schmelzen eines Gemenges von grünem Uranchlorür und Chlorkalium mit Natrium in einem Kohlentiegel, bei heftiger Weißglühhitze, erhält man das Uran in geschmolzenen Metallkugeln, an Farbe der des Nickels oder Eisens ähnlich, hämmerbar, obgleich hart, mit dem spec. Gew. von 18,4. Auch durch Behandlung des Uranchlorürs mit Aluminium wird es erhalten.

Verbindungen des Urans.

Das Uran verbindet sich mit dem Sauerstoff zu Uranoxydul und Uranoxyd.

Uranoxydul (UO), ein aus kleinen Krystallen bestehendes schwarzes Pulver, mit Ausnahme der Salpetersäure, welches höher oxydirt, in allen Säuren unlöslich ist. Man erhält es durch Glühen des Oxydoxyduls oder durch Erhitzen der Auflösung des Uranchlorürs in Wasser bis zum Sieden. Die Uranoxydulsalze sind grün.

Uranoxyd (U_2O_3) wird durch Zersetzung des salpetersauren Uranoxyds erhalten, ist aber schwierig darstellbar, da es als eine schwache Säure stets mit der zu seiner Abscheidung angewandten Base in Verbindung tritt. Es stellt ein ziegelrothes Pulver dar. Mit Wasser bildet es ein gelbes Hydrat. Seine Salze sind gelb.

Eine Verbindung der beiden Oxydationsstufen (Oxyduloxyd UO, U_2O_3) findet sich im Uranpecherz. In reinem Zustande ist es olivengrün, daher auch der Name grünes Uranoxyd. Es wird z. B. durch Verbrennen des Urans und durch Glühen von salpetersaurem, oxalsaurem Uranoxyd erhalten.

Uranchlorür (UCl) sublimirt sich in grünen Krystallen, beim Glühen eines Gemenges von Uranoxyd, und Kohle und Chlorgas, löst sich unter Erhitzung und mit dunkelgrüner Farbe in Wasser.

Kupfer.

Findet sich sowohl gediegen als oxydirt mit Säuren verbunden, am häufigsten als Schwefelkupfer, theils für sich, theils mit andern Schwefelmetallen vereinigt. Die wichtigsten Kupfererze sind Kupferkies, Kupferglanz und Kupfererz-Malachit, Rothkupfererz, Kupferlasur ꝛc. (siehe Mineralogie).

In Betreff der Gewinnung des Kupfers unterscheidet man zwei verschiedene Methoden aus schwefelhaltigen Erzen, die continentale (oder den deutschen Hüttenproceß) und das englische Verfahren. Nach der ersten geschieht das Ausbringen des Kupfers durch den Schachtofenproceß. Die Erze werden zunächst geröstet, dann mit quarzhaltigen Zuschlägen geschmolzen, wodurch sich oxydirtes Eisen mit Kieselsäure verschlackt und kupferreicheres Schwefelkupfer (der Kupferstein) erhalten wird. Der Kupferstein wird dann wieder geröstet und die oxydirte Masse mit Kohle und kieselhaltigen Zuschlägen geschmolzen, wodurch das Schwarzkupfer, ein mit wenig Schwefel, Eisen und mit andern Metallen verunreinigtes Kupfer erhalten wird. Dieses wird zuletzt einer Reinigung (Garmachen) durch längeres Schmelzen vor einem Gebläse unterworfen und das erstarrende Kupfer in Scheiben abgehoben (Rosettenkupfer).

Die englische, neuere Methode oder die Gewinnung des Kupfers durch den Flammenofenproceß, bei welchem als Brennmaterial die Steinkohle dient, unterscheidet sich im Wesentlichen hinsichtlich der dabei befolgten Grundsätze von dem Hohofenproceß nur durch die Verschiedenheit der beiden Processe selbst. Die Erze werden geröstet und aus den gerösteten Erzen und Kupferstein Schwarzkupfer und Kupfer erhalten, nur werden alle Operationen vom Erzrösten an

bis zum Hammergarmachen in Flammenöfen ausgeführt, in denen man, je nach der Höhe der Schicht, Brennmaterial, welches man auf den Rost der Feuerung bringt und, je nachdem man Luft in den Ofen treten läßt, bald oxydirend, bald reducirend schmelzen kann.

Die Gewinnung des Kupfers aus oxydhaltigen Erzen, wie Malachit, geschieht durch einfache Reduction, durch die sich Kupferoxydul und kohlensaures Kupferoxyd in metallisches Kupfer, Schwarzkupfer, umwandelt.

Endlich wird auch das Kupfer auf nassem Wege aus schwefelsaurem Kupferoxyd (Kupfervitriol), das sich in den Kupfergruben als Cementwasser findet, abgeschieden, indem man altes metallisches Eisen in dieses Cementwasser legt, wodurch das Kupfer metallisch ausgeschieden wird, während 1 M.-G. Eisen sich dafür auflöst. Das reinste Kupfer aber erhält man durch Fällen des Kupfers aus einer Kupferoxydlösung auf galvanischem Wege. Das metallische Kupfer, welches man auf irgend eine oder andere Weise gewonnen hat, besitzt eine hellröthliche Farbe, starken Glanz, krystallisirt in Würfeln, ist sehr geschmeidig, läßt sich zu sehr feinem Draht ausziehen und zu dünnen Blättchen ausschlagen, das spec. Gew. des geschmolzenen entspricht 8,788, des geschmiedeten 8,878. Es schmilzt bei anfangender Weißglühhitze bei 1090^0, nach Andern bei 1173^0. Es bedeckt sich beim Glühen in der Luft mit einer braunen oder schwarzen, in Schuppen abspringenden Rinde von Oxydul oder Oxyd (Kupferhammerschlag), in feuchter Luft mit grünem kohlensaurem Oxyd (Grünspan). Zersetzt nicht das Wasser, löst sich daher nicht in verdünnter Schwefelsäure auf. Es ist leicht auflöslich in Salpetersäure, mit blauer Farbe löslich in Ammoniak bei Luftzutritt.

Verbindungen des Kupfers.

Das Kupfer vereinigt sich mit dem Sauerstoff in vier Verhältnissen.

Kupferoxydul (Cu_2O) findet sich in der Natur als Rothkupfererz. Künstlich dargestellt erscheint es als rothes Pulver von 5,06 spec. Gew., welches in der Rothglühhitze schmilzt und an der Luft unveränderlich ist. Mit dem Wasser verliert sich das Kupferoxydul zu einem orangefarbenen Hydrat, das sich in der Luft leicht höher oxydirt. Durch verdünnte Säure wird es zu Kupferoxyd und metallischem Kupfer zersetzt. Als Hydrat verbindet es sich mit den Säuren, ohne Zersetzung, zu Kupferoxydsalzen. Man erhält das Kupferoxydul, indem man Kupferblech, mit Kupferoxyd geschichtet, glüht, oder indem man schwefelsaures Kupferoxyd, kohlensaures Natron und Kupferfeile zusammen glüht und die Masse mit Wasser auszieht, als Hydrat, indem man eine Lösung von Kupfervitriol in Aetzkali mischt, eine geringe Menge Krümelzucker hinzusetzt und die Flüssigkeit erhitzt. Das Hydrat scheidet sich als gelber Niederschlag aus. Ein Theil des Kupferoxyds wird hierbei seines Sauerstoffs beraubt und dasselbe dadurch zu Kupferoxydul reducirt. Das Kupferoxydul färbt Glasflüsse blutroth.

Kupferoxyd (CuO), schwarzes Pulver, welches sich ebenfalls als Mineral in der Natur findet. Künstlich wird es durch Glühen von Kupferdrehspänen an der Luft oder durch Auflösen von Kupfer in Salpetersäure und Glühen des Salzes oder durch Glühen von kohlensaurem Kupferoxyd erhalten. Es ist die stärkere Basis und bildet mit Säuren Kupferoxydsalze, aus deren Lösung es als blaues Hydrat gefällt wird, welches aber schon in kochendem Wasser $^3/_4$ seines Wassergehalts verliert und schwarzbraun wird. Glasflüsse werden durch Kupferoxyd grün gefärbt. Als Hydrat löst es sich in Ammoniak mit lasurblauer Farbe.

Kupferüberoxyd (CuO_2) ist ein dunkelgelbbraunes, in Wasser unlösliches Pulver, das sich beim Erwärmen oder beim Behandeln mit einer Säure in Oxyd und Sauerstoff zersetzt. Es entsteht, wenn frisch gefälltes Kupferoxydhydrat mit sehr verdünntem Wasserstoffüberoxyd einer gelinden Wärme ausgesetzt wird.

Kupfersäure (CuO_3) ist für sich nicht darstellbar, sondern nur an Basen gebunden, zu erhalten, womit sie tiefrothe unbeständige Salze bildet. Sie entsteht durch Einwirkung von unterchlorigsaurem Alkali auf Kupferoxydhydrat.

Verbindungen des Kupfers mit andern Nichtmetallen.

Schwefelkupfer. Das Kupfer vereinigt sich mit dem Schwefel in verschiedenen Verhältnissen.

Halb-Schwefelkupfer (Cu_2S) findet sich als Kupferglanz in Verbindung mit mehren Mineralien; es ist von bleigrauer Farbe, schmilzt leichter als Kupfer und verändert sich bei gewöhnlicher Temperatur nicht. Auf künstlichem Wege erhält man es durch Zusammenschmelzen von Schwefel mit Kupfer.

Einfach-Schwefelkupfer (CuS) findet sich in der Natur nur selten als Kupferindig. Auf künstlichem Wege dargestellt, erscheint es als braunschwarzes Pulver, welches beim Erhitzen Schwefel abgiebt. Man erhält es durch Fällen eines Kupferoxydsalzes mit Schwefelwasserstoff, oder indem man Kupfer mit Schwefelleber zusammenschmilzt und die geschmolzene Masse mit Wasser auszieht, wobei dann Einfach-Schwefelkupfer in kleinen bläulichen Krystallen zurückbleibt.

Chlorkupfer. Das Kupfer verbindet sich mit dem Chlor in zwei Verhältnissen zu Chlorür und Chlorid.

Kupferchlorür (Cu_2Cl) bildet eine braungelbe krystallinische Masse, welche in der Luft grün wird. Wird erhalten, indem man dicken Kupferdraht glüht und im Chlorgas fortglühen läßt, wobei derselbe sich in herabschmelzendes Chlorür verwandelt. Als weißes Pulver oder in kleinen glänzenden farblosen Tetraëdern erhält man es durch Chloridlösung mit Kupfer oder durch die Chloridlösung mit Zinnchlorür oder durch Sättigung der vermischten Auflösungen

von Kochsalz und Kupfervitriol mit schwefliger Säure. Es ist in Wasser unlöslich, löst sich in Salzsäure ohne Farben.

Kupferchlorid (Cu Cl) entsteht durch Auflösen von Kupferoxyd in Salzsäure. Die concentrirte Lösung ist grün und bildet Krystalle: $CuCl + 2HO$; die verdünnte ist blau, giebt beim Verdunsten zur Trockne gelbes Chlorid, welches sich in der Hitze in Chlorür und Chlorgas zersetzt.

Kupferjodür (Cu J) scheidet sich als weißes Pulver aus, wenn man eine mit schwefliger Säure vermischte Kupferoxydlösung mit einer Lösung von Jodkalium vermischt und erhitzt.

Kupferoxydsalze. In krystallisirtem Zustande grün, in wasserfreiem weiß. Die wichtigsten sind folgende:

Schwefelsaures Kupferoxyd ($CuO, SO_3 + 5HO$ Kupfervitriol) findet sich als Ueberzug in derben, nierenförmigen Massen oder aufgelöst in Grubenwassern (Cementwassern). Es bildet große blaue durchsichtige Krystalle von rhomboëdrischer Form, welche säuerlich-metallisch, zusammenziehend schmecken, Lackmus röthen, sich in 4 Th. kaltem, in 2 Th. heißem Wasser, nicht aber in Alkohol lösen, 36 % Krystallwasser enthalten, nach dessen Verlust weiß werden und an der Luft oberflächlich verwittern. Das Salz bildet sich durch Auflösen von Kupfer in heißer Schwefelsäure und wird im Großen durch Rösten von Schwefelkupfer, Auslaugen und Abdampfen oder durch Einwirkung von verdünnter Schwefelsäure auf Kupferblech, bei Zutritt der Luft, gewonnen. — Es ist in käuflichem Zustande stets eisenhaltig; wird hauptsächlich in der Färberei und zur Darstellung grüner und gelber Malerfarbe verwendet.

Der sogenannte Doppelvitriol ist ein aus schwefelsaurem Kupferoxyd und schwefelsaurem Eisenoxydul bestehender, zusammen krystallisirender Vitriol.

Schwefelsaures Kupferoxyd-Ammoniak ($CuO, SO_3 + CuO, NH_4O + HO$) krystallisirt in tief blauen Krystallen, welche sich leicht in Wasser lösen, metallisch und stechend schmecken. — Man erhält dieses Doppelsalz durch Auflösen von Kupfervitriol und Ammoniak und Zusatz von Weingeist.

Salpetersaures Kupferoxyd ($CuO, NO_5 + 3HO$ oder $6HO$) bildet blaue zerfließliche Krystalle, welche durch Auflösen von Kupfer in mäßig verdünnter Salpetersäure und Abdampfen gewonnen werden.

Kohlensaures Kupferoxyd ($2CuO, CO_2 + HO$) findet sich in der Natur als Malachit und bildet sich durch Fällen einer warmen Kupfersalzlösung mit kohlensaurem Kali oder Natron als grüner Niederschlag (Mineralgrün). Es wird durch Kochen mit Wasser unter Verlust seines Wassergehalts schwarzbraun.

Ein anderes kohlensaures Kupferoxydsalz ist die Kupferlasur ($2(CuO, CO_2) + CuO, HO$), eine Verbindung von neutralem, kohlensaurem Kupferoxyd mit Hydrat.

Arsenigsaures Kupferoxyd (Scheel's Grün), ein schön lebhaftes, gras-

grünes Pulver, eine bekannte Malerfarbe, welche durch Fällung einer Kupfervitriollösung mit arsenigsaurem Kali erhalten wird.

Das sogenannte Schweinfurtergrün, die schönste grüne Farbe, besteht aus arsenigsaurem und essigsaurem Kupferoxyd; wird erhalten durch Vermischen der kochend heißen Lösungen von arseniger Säure und essigsaurem Kupferoxyd, und längeres Kochen des Niederschlags mit der Flüssigkeit.

Arsensaures Kupferoxyd findet sich in mehren Mineralien in verschiedenen Sättigungsgraden.

Phosphorsaures Kupferoxyd kommt in verschiedenen Verhältnissen ebenfalls in der Natur vor. Es wird erhalten durch Fällung von Kupferoxydsalzlösung mit phosphorsaurem Natron und bildet grünlichweiße oder bläuliche Niederschläge.

Kupferlegirungen.

Das Kupfer bildet mit mehreren andern Metallen wichtige Legirungen, z. B. das Messing, welches aus Zink und Kupfer besteht und entweder durch unmittelbare Zusammenschmelzung der Metalle oder durch Schmelzen von Kupfer mit Galmei und Kohle erhalten wird. Gewöhnliches Messing besteht aus 71,5 Th. Kupfer und 28,5 Th. Zinn. Das rothe Messing oder der Tomback aus 84,5 Th. Kupfer und 15,5 Th. Zink. Sehr dünn ausgeschlagenes Messing führt den Namen Rauschgold. Zu höchst dünnen Blättchen ausgeschlagener Tomback bildet das unächte Blattgold. Bronze ist eine Legirung von Kupfer mit Zinn, Zink und einem Zusatz von Blei, in unveränderlichen Verhältnissen. Kanonenmetall (Stückgut) ist eine Legirung von Kupfer und 9—10 % Zinn, das Glockenmetall eine solche mit 20—25 % Zinn. Das stahlgraue, sehr harte Spiegelmetall enthält auf 2 Th. Kupfer 1 Th. Zinn.

Weißkupfer ist eine Verbindung von Kupfer mit Arsen. Argentan oder Neusilber siehe beim Nickel.

Zink

findet sich in der Natur als kohlensaures Zinkoxyd (namentlich Galmei) und als Schwefelzink (Blende) und wird im Großen durch Destillation des gerösteten, mit Kohlenpulver gemengten Galmeis oder der gerösteten Blende, in thönernen, als Retorten dienenden Gefäßen, Muffeln oder Röhren gewonnen.

Das metallische Zink ist bläulichweiß, stark glänzend, von 6,8 spec. Gew., nach dem Hämmern von 7,2. Es ist nur wenig biegsam, bricht leicht mit strahlig-blättrigem Gefüge, zerspringt unter starken Hammerschlägen, ist aber bei vorsichtigem Trocknen völlig geschmeidig, zu Blech auswalzbar und zu Draht ziehbar. Bei 205 ^{0} wird es spröde, schmilzt bei 412 ^{0} und verflüchtigt sich in der Weißglühhitze, bis daß es überdestillirt werden kann. Bei Luftzutritt erhitzt, entzündet es sich bei 205 ^{0} mit blauweißer Flamme zu Zinkoxyd.

Verbindungen des Zinks.

Zinkoxyd (Zinkweiß ZnO), ein weißer pulverförmiger Körper, der sich nicht verflüchtigt, sehr schwierig schmilzt, beim Erwärmen gelb wird, aber nach dem Erkalten wieder weiß erscheint. Es löst sich nicht in Wasser, bildet aber mit demselben ein Hydrat. Es löst sich leicht in ätzenden Säuren und Alkalien, findet sich in der Natur an Säuren gebunden. Man stellt es auf trocknem Wege dar, indem man Zink bei Luftzutritt in einem Tiegel erhitzt, und weil das Metall, unter Feuererscheinung, sich oxydirt und der Tiegel mit weißem lockerm Zinnoxyd angefüllt wird. Im Großen wird es dargestellt, indem man Zink in feuerfesten irdenen Retorten bis zum Weißglühen erhitzt, wodurch das Zink in Dämpfe verwandelt wird, welche bei ihrem Austritt aus der Retorte von einem erhitzten Luftstrom getroffen, zu Zinkoxyd verbrennt, das durch den Luftstrom fortgerissen in Kammern geführt wird, in denen es sich allmälig absetzt.

Auf nassem Wege erhält man das Zinkoxyd durch Fällung einer Lösung von schwefelsaurem Zinkoxyd (Zinkvitriol) mit kohlensaurem Natron. Das dadurch erhaltene kohlensaure Zinkoxydhydrat wird getrocknet und durch Glühen von Kohlensäure befreit.

Schwefelzink (ZnS) findet sich natürlich als Blende. Künstlich erhält man es durch Reduction des schwefelsauren Zinkoxyds mittelst Kohle. Leitet man durch eine Lösung eines neutralen Zinkoxydsalzes Schwefelwasserstoffgas oder zu derselben Schwefelammonium, so erhält man einen weißen Niederschlag, der aus Schwefelzinkhydrat ZnS + HO besteht, beim Erhitzen sein Wasser verliert und gelb wird.

Chlorzink (ZnCl). Eine weiße Krystallmasse, die bei 100° schmilzt und sich in der Rothglühhitze verflüchtigt, löst sich leicht in Wasser und zerfließt schon an der Luft. Wasserfrei erhält man diese Verbindung, indem man Zink in Chlorgas verbrennen läßt. Es bildet sich dadurch eine butterartige Substanz (Zinkbutter). Sie wird ferner durch Destillation von Kochsalz mit trocknem Zinkvitriol, wasserhaltig wird sie durch Behandeln von Zink mit Salzsäure gewonnen.

Zinkoxydsalze sind farblos, wenn die Säure farblos war, und die löslichen sind von herbem metallischem Geschmack.

Schwefelsaures Zinkoxyd (Zinkvitriol $ZnO,SO_3 + 7HO$). Große durchsichtige, in Wasser leicht lösliche Krystalle, welche beim Erwärmen schmelzen und bei etwas über 100° 6 M.-G. Wasser verlieren. Mit diesem Wassergehalt erhält man das Salz in Krystallen, wenn man die Zinkvitriollösung bei 30° krystallisiren läßt; entsteht bei Auflösung von Zink in verdünnter Schwefelsäure, also als Nebenproduct bei der Wasserstoffentwickelung nach dieser Methode. Wird im Großen durch Rösten und Auslaugen blendehaltiger Erze gewonnen, ist aber dann stets sehr unrein.

Kohlensaures Zinkoxyd (ZnO, CO_2) kommt in der Natur als Zinkspath oder edler Galmei vor. Durch Fällung eines Zinksalzes mit kohlensaurem Alkali erhält man weißes kohlensaures Zinkoxyd mit Zinkoxydhydrat gemengt.

Kieselsaures Zinkoxyd bildet das natürlich vorkommende Zinkglas.

Cadmium

ist eins der seltenen Metalle und findet sich nur in Zinkerzen eingemengt. Es ist ein dem Zink ähnlicher Körper, aber weißer, weicher und auch in der Kälte vollkommen geschmeidig, von 8,6 spec. Gew., knirscht, wie das Zinn, beim Biegen, läßt sich zu Blättern schlagen und zu Draht ziehen. Schmilzt bei 203^0, läuft kurz vor dem Schmelzen gelb an, verflüchtigt sich bei 430^0 noch nicht merklich und verwandelt sich bei höherer Temperatur in Dämpfe. Verbrennt beim Erhitzen an der Luft zu rothbraunem Oxyd. Es löst sich in Säuren unter Wasserstoffentwickelung. Von dem Zinn unterscheidet es sich durch seine vollkommene Löslichkeit in Salpetersäure. Es wird in geringer Menge als Nebenproduct bei der Zinkgewinnung erhalten. Bei der Destillation des Zinks aus dem Galmei enthält der zuerst übergehende Aether des Zinks fast die ganze Menge des Cadmiums des Erzes, weil das Cadmium weit flüchtiger ist, als das Zink. Löst man cadmiumhaltiges Zinkoxyd in Schwefelsäure auf und legt in die Auflösung Zinkplatten, so wird das Cadmium vollständig ausgefällt und ist dann von fremden Metallen ganz frei. Am besten löst man cadmiumhaltiges Zink in Schwefelsäure oder Salzsäure auf und behandelt die Lösung mit Schwefelwasserstoffgas, wodurch das Cadmium als Schwefelcadmium gefällt wird, welches, in Salzsäure gelöst, mit kohlensaurem Ammoniumoxyd behandelt, kohlensaures Cadmiumoxyd liefert. Diese letztere Verbindung wird, mit Kohle gemengt, in einer Porzellanretorte geglüht, wobei Cadmium überdestillirt.

Verbindungen des Cadmiums.

Cadmiumunter- oder Suboxyd (Cd_2O), ein graues Pulver, welches durch Erhitzen des oxalsauren Cadmiums erhalten wird.

Cadmiumoxyd (CdO) ist ein rothbraunes, unschmelzbares, nicht flüchtiges, in Wasser unlösliches Pulver, das durch Verbrennen des Cadmiums an der Luft oder durch Glühen des kohlensauren Salzes erzeugt wird.

Schwefelcadmium (CdS) findet sich in der Natur als Grenokit und wird künstlich dargestellt, indem man durch eine Lösung eines Cadmiumoxydsalzes Schwefelwasserstoffgas leitet. Es stellt, auf diese Weise erhalten, ein schön gelbes Pulver dar, welches sich von dem Schwefelarsen dadurch unterscheidet, daß das erstere in Schwefelammonium unlöslich ist, während das letztere leicht darin aufgelöst wird.

Chlorcadmium ($CdCl$) ist leicht schmelzbar, flüchtig, erstarrt zu einer perlglänzenden krystallinischen Masse, welche in Wasser leicht löslich ist.

Cadmiumoxydsalze. Die Verbindungen des Cadmiumoxydes mit den Säuren sind farblos und den Zinkoxydsalzen außerordentlich ähnlich; aus ihren Lösungen wird das Cadmiumoxyd durch fixe Alkalien als weißes Hydrat gefällt. Die wichtigsten Salze sind folgende:

Kohlensaures Cadmiumoxyd (CdO, CO_2) wird in Gestalt eines weißen Niederschlags erhalten, wenn man ein lösliches Cadmiumoxydsalz mittelst kohlensauren Ammoniumoxyds fällt.

Schwefelsaures Cadmiumoxyd (CdO, SO_3) krystallisirt mit 4 M.-G. Wasser, wenn man Cadmium in verdünnter Schwefelsäure auflöst und die Lösung verdampft.

Wismuth

findet sich nur sparsam in der Natur, meistens gediegen, außerdem als Schwefelwismuth, Wismuthoker, Tellurwismuth u. s. w. Es wird durch Ausschmelzen (Aussaigern) des gediegenen Wismuths bei gelinder Hitze aus der Gangart im Großen dargestellt und erscheint als ein weißes, ins Röthliche spielende Metall, von starkem Glanz, von blätterig-krystallinischem Gefüge, rhomboëdrischer Krystallform, von geringer Härte, so spröde, daß es gepulvert werden kann. Sein spec. Gew. entspricht 9,799 bei 19⁰, das des käuflichen Metalles 9,783; nach anderen Angaben gehe es über die Zahl 9,8 hinaus; es schmilzt bei 264⁰ und ist in der Weißglühhitze flüchtig, löst sich in Salpetersäure.

Verbindungen des Wismuths.

Das Wismuth vereinigt sich mit dem Sauerstoff in vier folgenden Verhältnissen:

1) **Wismuthoxydul** (BiO), ein schwarzgraues, krystallinisches Pulver, welches gebildet wird, wenn man die gemischten Lösungen von Chlorwismuth und Zinnchlorür in überschüssige Kalilauge gießt. Es oxydirt sich leicht höher, zerfällt durch Säuren in Metall und Oxyd.

2) **Wismuthoxyd** (BiO_3) findet sich natürlich als Wismuthoker und bildet sich durch Schmelzen des Metalls an der Luft, wird aber am besten durch Erhitzen des basischen salpetersauren Salzes erhalten. Es stellt ein gelbes, zu einer gelben schweren Masse schmelzbares Pulver dar, welches leicht durch Kohle und Wasserstoffgas reducirt wird. Als weißes Oxydhydrat erhält man es aus der Lösung der Wismuthoxydsalze durch Fällen mit ätzenden Alkalien.

3) **Wismuthüberoxyd** (BiO_4), ein dunkelbraunes Pulver, welches sich beim Kochen einer Lösung von fein zerriebenem Wismuthoxyd mit unterchlorigsaurem Natron bildet. Es verhält sich gegen Säuren in der Hitze im Allgemeinen wie das Bleiüberoxyd.

4) **Wismuthsäure** (BiO_5) bildet sich, wenn man in ein Gemenge von sehr concentrirter Kalilauge und Wismuthoxydhydrat, erhalten durch Fällung

von salpetersaurem Salze mit überschüssiger Kalilauge, Chlorgas leitet. Die entstandene dunkelrothe Wismuthsäure wird durch Behandlung mit Salpetersäure von Kali, chloriger Säure und Wismuthoxyd befreit. Sie stellt ein in Wasser unlösliches Pulver dar, welches im Glühen zersetzbar ist, und mit Salzsäure Chlor entwickelt. Die Lösung des wismuthsauren Kalis ist roth. Sie geht mit dem Wismuthoxyd mehrere Verbindungen ein.

Schwefelwismuth (BiS_3) findet sich in der Natur als Wismuthglanz. Künstlich erhält man diese Verbindung krystallinisch durch Zusammenschmelzen von Wismuth mit Schwefel in Gestalt einer blätterigen bleigrauen Masse. Als Pulver erhält man es durch Lösen eines Wismuthoxydsalzes mittelst Schwefelwasserstoff.

Chlorwismuth oder Wismuthchlorid ($BiCl_3$). Bei gewöhnlicher Temperatur eine feste, nicht krystallinische Masse, von grauweißer Farbe, die beim Erhitzen schmilzt und bei stärkerem Erhitzen überdestillirt werden kann. Die Verbindung zieht an der Luft Feuchtigkeit an und giebt eine krystallinische Verbindung, die aus 1 M.=G. Chlorwismuth und 2 M.=G. Wasser besteht. Man stellt das Chlorwismuth direct durch Verbrennen von Wismuth in Chlorgas oder durch Destillation von Quecksilbersublimat mit Wismuth dar.

Wismuthoxydsalze sind farblos, wenn die Säuren farblos waren. Das wichtigste derselben ist das salpetersaure Wismuth. Das neutrale salpetersaure Wismuthoxyd ($BiO_3, 3NO_5 + 9HO$) krystallisirt in farblosen 6= oder 8seitigen gedrückten Säulen oder Nadeln, die an der Luft verwittern und sich an der Luft zersetzen. Man erhält dieses Salz durch Auflösen von Wismuth in Salpetersäure und Abdampfen der Lösung zum Krystallisiren. Löst man dieses Salz in einer geringen Menge Wasser und gießt diese Lösung, unter Umrühren, in 24 Th. heißes destillirtes Wasser, so scheidet sich basisch=salpetersaures Wismuthoxyd in schneeweißen krystallinischen Schuppen aus, welche $BiO_3, NO_5 + HO$ entsprechen.

Blei

findet sich am häufigsten als Schwefelblei oder Bleiglanz, außerdem als Oxyd, in Verbindung mit vielen Säuren in der Natur, es ist in reinem Zustande blaugrau, stark glänzend, sehr weich, abfärbend, läßt sich in dünne Blätter auswalzen, aber wegen seiner geringen Festigkeit nicht zu sehr feinem Draht ausziehen. Sein spec. Gew. ist 11,4. Es schmilzt bei 335^0 und verdampft in der Weißglühhitze.

Chemisch reines Blei erhält man durch Glühen von salpetersaurem Bleioxyd und Reduction des zurückbleibenden Bleioxydes mittelst Kohle oder kohlensauren Natrons oder Kalis. Im Großen wird das Blei gewöhnlich aus dem Bleiglanz gewonnen, welcher zunächst von fast immer begleitenden fremden Gesteinen durch Ausschmelzen abgeschieden wird. Der Bleiglanz wird dann einer

Röstung unterworfen, wobei ein geringer Theil des Bleies reducirt wird (Jungfernblei). Das zurückbleibende geröstete Erz besteht im Wesentlichen aus Bleioxyd, schwefelsaurem Bleioxyd, nicht verbranntem Schwefel, und wird mit Kohle oder auch mit Zusatz von Kalk in Schacht- oder Flammenöfen geschmolzen, wodurch sich die obigen Gemengtheile in schweflige Säure und metallisches Blei, welches sich geschmolzen ansammelt (Werkblei), zersetzen. Ist das Ausschmelzen vor der Röstung nicht vorgenommen worden und überhaupt noch fremdes Gestein vorhanden, so schmilzt dieses zur Schlacke. Unzersetzt gebliebenes Schwefelblei (Bleistein) wird von Neuem geröstet und geschmolzen. Ein anderes Verfahren besteht darin, daß ungerösteter Bleiglanz in Schachtöfen mit Eisen geschmolzen wird, wodurch Blei, Schwefeleisen und Schlacke entstehen.

Gold- und silberhaltiges Blei wird auf Treibheerden oxydirt, wobei Gold und Silber zurückbleiben. Das abgeflossene Bleioxyd (Bleiglätte) wird durch Schmelzen mit Kohle wieder reducirt und liefert das Frischblei. Die Operation selbst nennt man das Glättefrischen.

Verbindungen des Bleies.

Das Blei bildet mit dem Sauerstoff vier Oxyde:

1) Bleiunter- oder Suboxyd (Pb_2O) bildet sich beim Schmelzen des Bleies in Gestalt einer grauen Haut, welche sich allmälig in ein gelblichgraues Pulver (Bleiasche), ein Gemenge von Suboxyd und Oxyd, verwandelt. Rein erhält man das Suboxyd als ein schwarzes Pulver, durch Erhitzen von oxalsaurem Bleioxyd ohne Luftzutritt bei 300°. Es ist leicht verbrennlich und zerfällt mit Säuren in Blei und Bleioxyd.

2) Bleioxyd (PbO), ein gelbes schweres Pulver, welches nach dem Schmelzen röthlichgelb erscheint, aus krystallinischen Schuppen besteht und in diesem Zustande aber meistens mit Kieselerde, Kupferoxyd ꝛc. verunreinigt, im Großen als Bleiglätte erhalten wird, die, wie erwähnt, als Nebenproduct bei dem Abtreiben des Silbers und Goldes auftritt. Das pulverförmige Bleioxyd (Massicot) wird durch Glühen des salpetersauren Bleioxyds oder durch Glühen des oxalsauren Bleioxyds erhalten.

Das Bleioxyd schmilzt bei höherer Temperatur zu einem gelben durchsichtigen Glase, dem Bleiglase. An der Luft nimmt es Kohlensäure auf, bei erhöhter Temperatur auch Sauerstoff, wodurch es in Mennige verwandelt wird. Durch Kohle und Wasserstoff wird es leicht reducirt. Mit Wasser kann es sich zu Bleioxydhydrat PbO, HO verbinden, welches als weißer Niederschlag durch Fällung von essigsaurem Bleioxyd mit einem kleinen Ueberschuß von Aetznatron und sorgfältiges Auswaschen erhalten wird. Es ist im Ueberschuß von Alkali auch von Kalkhydrat löslich. Beim Erhitzen scheidet es sich wasserfrei und krystallinisch ab.

3) Bleisesquioxyd (Pb_2O_3). Röthlichgelbes Pulver, welches man

durch Vermischen einer kalten Auflösung von Bleioxyd in Kali mit unterchlorigsaurem Natron erhält. Es verbindet sich nicht mit Säuren, sondern zerfällt in Berührung mit denselben in sich auflösendes Oxyd und in zurückbleibendes Superoxyd.

4) Bleiüber- oder Superoxyd (PbO_2). Dunkelbraunes Pulver. Wird am einfachsten durch Einwirkung von verdünnter Salpetersäure auf Mennige, bei gelinder Wärme, erhalten. Krystallisirt erhält man es durch Zusammenschmelzen von Bleioxyd mit chlorsaurem Kali, Auswaschen der geschmolzenen Masse mit Wasser. Das Bleiüberoxyd geht beim Erhitzen an der Luft leicht in Mennige, bei starkem Erhitzen in Bleiglätte über. Es ist in Wasser unlöslich, entzündet sich mit Schwefel zusammengerieben und verbrennt zu schwefliger Säure und zu Schwefelblei, wird in schwefligsaurem Gas glühend und verwandelt sich in schwefelsaures Bleioxyd, liefert mit Salzsäure Chlorblei, Wasser und Chlorgas.

Mennige (PbO, Pb_2O_3 oder $2PbO, Pb_2O_3$), eine Verbindung der vorhergehenden Oxydationsstufen, ein lebhaftes rothes schweres Pulver. Wird im Großen durch längeres gelindes Glühen von geschlämmtem Bleioxyd an der Luft erhalten. — Zersetzt sich in starker Glühhitze, wie das Sesquioxyd in Oxyd und Sauerstoffgas, durch Salpetersäure in salpetersaures Oxyd und braunes Ueberoxyd. Wird als Farbe gebraucht.

Schwefelblei (PbS) findet sich in der Natur als Bleiglanz, krystallisirt in großer Menge und wird künstlich durch Zusammenschmelzen von Schwefel mit Blei erhalten, und zwar als eine beim Erkalten ebenfalls krystallinische Verbindung. Auf nassem Wege erhält man es als schwarzen Niederschlag, wenn man ein Bleisalz mit Schwefelwasserstoff behandelt.

Chlorblei ($PbCl$) findet sich mehrfach in der Natur in verschiedenen Mineralien. Künstlich dargestellt durch gelindes Erwärmen von Bleioxyd, Bleiüberoxyd oder Mennige mit Salzsäure oder durch Fällen einer Bleioxydsalzlösung mit einem löslichen Chlormetall erhalten, erscheint es in weißen nadelförmigen Krystallen, die sich in 22 Th. kaltem Wasser, aber nicht in Alkohol lösen. Es schmilzt beim Erhitzen und erstarrt beim Erkalten zu einer durchscheinenden hornartigen Masse. Ein Oxydchlorid des Bleies, $PbCl + 7PbO$, wird als Malerfarbe angewendet (Casselergelb).

Jodblei (PbJ) ist ein in Wasser nur wenig löslicher, aus goldgelben, metallglänzenden Blättchen bestehender Körper, der sich in einer Lösung von essigsaurem Bleioxyd und einer Jodkaliumlösung in Ueberschuß bildet.

Bleioxydsalze sind meistens farblos, giftig; die auflöslichen schmecken süß zusammenziehend.

Schwefelsaures Bleioxyd (PbO, SO_3), als Mineral farblose Krystalle (Bleivitriol), künstlich dargestellt ein weißes unlösliches Pulver, ohne Zersetzung schmelzbar, wird als Nebenproduct bei der Bereitung der Essigsäure aus Blei-

zucker und Schwefelsäure oder bei der Darstellung von essigsaurer Thonerde durch Vermischen einer Alaunlösung mit einer Bleizuckerlösung erhalten.

Kohlensaures Bleioxyd (PbO, CO_2) findet sich krystallisirt in der Natur als Weißbleierz, das durch Fällung erhalten ist. Ein schweres, weißes, in Wasser unlösliches Pulver. Die als Bleiweiß bekannte Malerfarbe, welche neben kohlensaurem Bleioxyd eine größere oder geringere Menge Bleioxydhydrat enthält, wird im Großen gewonnen: 1) indem man aufgerollte Bleiplatten in bedeckten Töpfen der Einwirkung von Essigdämpfen, Luft und Kohlensäure aussetzt; 2) indem man durch eine Auflösung von basisch-essigsaurem Bleioxyd Kohlensäuregas leitet. — Das gewöhnliche käufliche Bleiweiß ist sehr häufig mit Schwerspath oder Kreide versetzt.

Salpetersaures Bleioxyd (PbO, NO_5). Farblose, meist undurchsichtige, oktaëdrische Metalle ohne Wasser; in Wasser löslich, in Salpetersäure unlöslich. Außerdem bildet die Säure mit Bleioxyd mehrere basische Salze.

Die übrigen Bleisalze sind von geringerer Wichtigkeit. Das Blei bildet mit mehreren Metallen Legirungen.

Edle Metalle und deren Verbindungen.

Quecksilber

findet sich in der Natur gediegen, meistens aber als Schwefelquecksilber, sehr selten als Selen- und Chlorquecksilber. Das Quecksilber ist unter allen Metallen das allein flüssige, von silberweißer Farbe, erst bei — 40° fest und geschmeidig, hämmerbar. Es verdunstet schon bei gewöhnlicher Temperatur und mit Wasserdämpfen, siedet bei 360° und entwickelt farblose Dämpfe. Wird durch starkes Schütteln mit Wasser oder Fett zu einem grauen Pulver zertheilt. Es bildet mit Metallen verbunden die Amalgame. Salpetersäure ist die einzige Säure, von der es in der Kälte angegriffen wird. Concentrirte Schwefelsäure oxydirt es nur in der Siedhitze. Das spec. Gew. des Quecksilbers ist bei + 4° 13,58, bei 17° 13,55, bei 26° 13,53, bei 0° 13,59, im starren Zustande 14,39, das des Dampfes 6,9. Vollkommen reines Quecksilber erhält man durch Destillation von Zinnober mit $^1/_2$ Eisenfeilspänen. Im Großen gewinnt man es durch Destillation der Quecksilbererze mit Kalk oder Hammerschlag in eisernen Retorten, oder durch Röstung der Erze in eigenen Oefen, in unmittelbarer Berührung mit dem Flammenfeuer und Verdichtung der Dämpfe.

Verbindungen des Quecksilbers.

Diese werden in der Hitze alle entweder zersetzt oder verflüchtigt und geben beim Erhitzen mit kohlensaurem Natron metallisches Quecksilber. Mit dem Sauerstoff verbindet es sich in zwei Verhältnissen:

1) Quecksilberoxydul (Hg_2O). Schwarzes Pulver von 10,69 spec. Gew., welches sich bei 100° in metallisches Quecksilber und Quecksilberoxyd

zersetzt. Es wird erhalten, indem man Quecksilber in kalter verdünnter Salpetersäure löst, aus welcher es durch Kali gefällt wird.

2) Quecksilberoxyd (HgO), mehr oder weniger rothes krystallinisches, nach dem Zerreiben gelbes Pulver, von 11 spec. Gew., welches sich in der Wärme zu Sauerstoff und metallischem Quecksilber zersetzt, dabei vorübergehend schwarz wird, in Wasser etwas löslich und sehr giftig ist. Wird beim Auflösen des Metalls in heißer concentrirter Schwefelsäure oder Salpetersäure gebildet und im Großen durch vorsichtiges Erhitzen des salpetersauren Salzes erhalten.

Schwefelquecksilber: a. Halb-Schwefelquecksilber (Quecksilbersubsulfuret, Hg_2S), ein schwarzes Pulver, welches beim Erhitzen Quecksilber abgiebt und in Sulfuret übergeht. Es bildet sich beim Fällen von salpetersaurem Quecksilberoxydul mittelst Schwefelwasserstoffgas. b. Einfach-Schwefelquecksilber (Quecksilbersulfuret (HgS) erscheint entweder amorph, schwarz, oder krystallisirt roth. Schwarz erhält man es durch Zusammenreiben von Schwefel mit Quecksilber oder durch Fällen eines Quecksilberoxydsalzes mit Schwefelwasserstoff. Das krystallisirte Schwefelquecksilber findet sich in der Natur als Zinnober, welcher künstlich dargestellt als eine strahlig-krystallinische Masse erscheint, die in fein gemahlenem Zustande den gewöhnlichen Zinnober bildet, der durch Sublimation des schwarzen, oder indem man 1 Th. Schwefel mit 6 Th. Quecksilber erhitzt und sublimirt, erhalten wird. Die Vereinigung geschieht unter Feuererscheinung. Auf nassem Wege stellt man ihn dar, indem man schwarzes Schwefelquecksilber mit Schwefelleberlösung längere Zeit destilliren läßt.

Chlorquecksilber: a. Halb-Chlorquecksilber (Quecksilberchlorür, Calomel, Hg_2Cl) findet sich als seltenes Mineral krystallisirt und erscheint auf trocknem Wege künstlich dargestellt als schmutzig-weiße, glänzende, im Bruche faserig-krystallinische Masse von 7,70 spec. Gew., die beim Reiben ein gelblichrothes Pulver giebt; auf nassem Wege erzielt, bildet es ein weißes Pulver. Es ist geschmacklos, in Wasser unlöslich, in der Hitze, ohne zu schmelzen, flüchtig, zerfällt beim Kochen mit Salzsäure in Chlorid und Metall. Auf trocknem Wege bereitet man es durch Zusammenreiben von 4 Th. Quecksilberchlorid mit 3 Th. metallischem Quecksilber und nachheriger Sublimation, oder durch Sublimation eines Gemenges von schwefelsaurem Quecksilberoxyd mit Quecksilber und Kochsalz. Auf nassem Wege wird es durch Fällen von salpetersaurem Quecksilberoxydul mit Kochsalzlösung oder durch Sättigung einer heißen Lösung von Chlorid mit schwefliger Säure gewonnen. b. Einfach-Chlorquecksilber (Quecksilberchlorid, Quecksilbersublimat, $HgCl$) krystallisirt, auf nassem Wege dargestellt, in sehr schönen weißen, vierseitigen Prismen. Durch Sublimation erhalten, bildet es eine weiße, durchscheinende, strahlig-krystallinische Masse. Es besitzt einen scharfen metallischen Geschmack, schmilzt beim Erhitzen und siedet bei ungefähr 300^0. Es ist in 18 Th. kalten und 3 Th. kochenden Wassers

löslich. Aus der Lösung schlägt Aetzkali gelbrothes Oxyd nieder. Auf nassem Wege wird es durch Auflösen des Oxyds in Salzsäure, Abdampfen und Krystallisiren erhalten. Im Großen wird es durch Erhitzen und Sublimation von schwefelsaurem Quecksilberoxyd und Kochsalz erhalten. Es ist eins der stärksten Gifte.

Quecksilberamid-Chlorid (weißer Präcipitat $HgCl + HgN_2$). Eine weiße, in trocknem Zustande pulverförmige, in der Heilkunde angewandte Verbindung, welche durch Fällen einer Sublimatlösung mit Ammoniak erhalten wird.

Jodquecksilber: a. Jodür (Hg_2J), ein schweres grüngelbes Pulver, welches durch Zusammenreiben von Quecksilber und Jod, unter Zusatz von Alkohol, oder durch Fällen einer Oxydulsalzlösung mit Jodkalium, erhalten wird. b. Jodid (HgJ) erscheint durch Sublimation gewonnen, als zinnoberrothes Pulver. Aus Lösungen krystallisirt es in bestimmbaren rothen Krystallen. Es wird beim Erhitzen gelb, schmilzt und verflüchtigt sich. Die Dämpfe haben ein spec. Gew. von 15,68 und setzen sich in einer schönen gelben, von der der rothen abweichenden Krystallform an den kälteren Theilen des Gefäßes ab. Beim Erkalten werden die gelben Krystalle wieder roth. Das Jodid löst sich wenig in Wasser, aber ziemlich leicht in siedendem Alkohol. Man stellt es dar, indem man eine Lösung von Quecksilberchlorid mit Jodkalium oder Jodeisen fällt.

Salze des Quecksilberoxyduls und Oxyds sind zum Theil in Wasser löslich. Die wichtigsten sind folgende:

Salpetersaures Quecksilberoxydul, neutrales ($Hg_2O, NO_5 + 2HO$), bildet farblose Krystalle von scharf metallischem Geschmack, welche sich in Wasser leicht lösen und die Haut roth färben. Man stellt dieses Salz durch Auflösen von Quecksilber in überschüssiger Salpetersäure von 1,2 spec. Gew. dar; es krystallisirt dann aus der concentrirten Lösung. Mit vielem Wasser zerfällt es in ein auflöslich-saures und ein gelbes basisches Salz, welches sich auch mitunter mit dem neutralen bildet. Aus der verdünnten Auflösung wird durch Ammoniak ein schwarzes Pulver, das sogenannte Hahnemann'sche Quecksilber gefällt.

Salpetersaures Quecksilberoxyd. Löst man Quecksilberoxyd in überschüssiger Salpetersäure und verdampft die Lösung bis zur Syrupsconsistenz, so bilden sich Krystalle von basisch-salpetersaurem Quecksilberoxyd, $2HgO, NO_5 + HO$, während das neutrale Salz, HgO, NO_5, welches nicht krystallisirt, in der Lösung bleibt.

Mit Wasser behandelt, zersetzt sich das basische Salz, und es bildet sich ein anderes weißes basisches Salz: $3HgO + NO_5 + HO$. Durch Behandlung dieses Salzes mit kochendem Wasser bildet sich ein noch mehr basisches gelbes Salz ($6HgO + NO_5$).

Schwefelsaures Quecksilberoxyd (HgO, SO_3) bildet sich als neutrales Salz durch Erhitzen von Quecksilber mit überschüssiger Schwefelsäure und wird nach Abdampfen der Lösung als weiße Masse erhalten, welche mit reich-

lichem Wasser behandelt, sich in ein lösliches saures und ein unlösliches gelbes basisches Salz zersetzt.

Silber

findet sich nur selten gediegen, besonders in Verbindung mit Schwefel, seltener mit andern nicht-metallischen Elementen in Verbindung. Es ist das weißeste Metall, stark glänzend, krystallisirt in Oktaëdern, weicher als Kupfer, härter als Gold, sehr streck- und dehnbar. 1 Gran läßt sich zu einem 400 Fuß langen Draht ausziehen. Das spec. Gew. des geschmolzenen Silbers ist 10,505, das des gepreßten 10,565, nach Anderen 10,482. Es schmilzt bei ungefähr 1000⁰ und nimmt Sauerstoff auf, welcher beim Erstarren wieder entweicht (Spratzen des Silbers). Es vereinigt sich mit andern Metallen zu Legirungen, die härter sind, als Silber. Es wird von Salpetersäure leicht aufgelöst, von Schwefelsäure nur bei Anwendung von Wärme; Salzsäure wirkt nur in der Rothglühhitze darauf ein; es bildet sich Chlorsilber, und Wasserstoff entweicht.

Reines Silber gewinnt man am zweckmäßigsten, indem man Chlorsilber mit kohlensaurem Natron zusammenschmelzt oder mit Colophonium erhitzt und schließlich ein wenig Borax hinzusetzt, oder Chlorsilber in einer Lösung von kohlensaurem Natron und Krümelzucker (z. B. Honig) kocht. Endlich läßt es sich aus dem Chlorsilber auch auf nassem Wege reduciren, indem man dasselbe mit Zink und verdünnter Schwefelsäure zusammenbringt.

Im Großen ist die Gewinnung des Silbers sehr verschieden; gediegenes Silber wird aus sehr reichen Erzen mechanisch ausgeschieden, fast aller Bleiglanz ist silberhaltig, und eine große Menge von Silber wird aus dem daraus gewonnenen Blei erhalten.

Aus silberarmen Erzen sucht man das Silber entweder im Blei anzusammeln, oder man zieht es durch Quecksilber (Amalgamation) aus. Nach dem ersteren Verfahren werden die Erze mit geröstetem Bleiglanz zusammengeschmolzen, und dadurch wird silberhaltiges Blei gewonnen, welches auf Treibheerden (Flammöfen mit muldenförmig vertieften Heerden) abgetrieben, d. h. bei Glühhitze unter Einwirkung der eingeblasenen Luft geschmolzen, worauf das Blei sich fortwährend oxydirt und als Glätte theils abfließt, theils in die Heerdmasse eindringt, während das Silber zuletzt allein zurückbleibt.

Durch Ausziehen mittelst Quecksilber oder Amalgamation erzielt man das Silber aus bleifreien Erzen, indem man diese in feingemahlenem Zustande, welche im Wesentlichen Schwefelsilber, Gediegen-Silber, Kupferkies, Schwefeleisen, Schwefelarsen ꝛc. enthalten, mit Kochsalz mengt und röstet, wodurch sämmtliches Silber in Chlorsilber verwandelt wird. Die erdige Masse wird in Fässern mit Wasser und Eisen bewegt, wodurch das Silber eine Reduction erleidet. Alsdann wird Quecksilber hinzugegeben und die Masse mit demselben einer rotirenden Bewegung

unterworfen, wodurch alles Silber vom Quecksilber aufgenommen wird. Das Amalgam wird dann ausgewaschen und das Quecksilber davon abdestillirt.

Verbindungen des Silbers.

Das Silber verbindet sich mit dem Sauerstoff in verschiedenen Verhältnissen.

Silberoxydul (Ag_2O), wird dargestellt, indem man über erhitztes citronensaures Silberoxyd Wasserstoffgas leitet, wodurch citronensaures Silberoxydul gebildet wird. Aus der Lösung desselben fällt Kalilauge braunes Oxydul, welches beim Trocknen schwarz wird. Mit Säuren behandelt, zerfällt es in Oxyd und Silber.

Silberoxyd (AgO). Ein braunes schweres Pulver, welches durch Fällung einer Lösung von salpetersaurem Silberoyd mit Aetzkali gewonnen wird. Im schwarzen krystallinischen Zustande erhält man dasselbe durch Kochen von frischgefälltem Chlorsilber, mit concentrirter Kalilauge dargestellt. Es verwandelt sich in Berührung mit starker Ammoniakflüssigkeit in einen schwarzen pulverigen Körper, der durch Reiben, Stoßen, selbst unter einer Flüssigkeit heftig explodirt (Knallsilber).

Silberüberoxyd (AgO_2) erscheint in Gestalt langer, metallglänzender Nadeln, die ihren Sauerstoff sehr leicht und zuweilen selbst unter Explosion verlieren. Man erhält es unter Zersetzen einer verdünnten Lösung von salpetersaurem Silberoxyd vermittelst der galvanischen Säule.

Schwefelsilber (AgS) findet sich in der Natur als Silberglanz und wird künstlich erhalten, indem man Schwefel mit Silber zusammenschmelzt. Es ist dunkel, bleigrau und geschmeidig, krystallinisch, metallglänzend. Das Anlaufen der blanken Silberwaaren beruht auf der Bildung von Schwefelsilber.

Chlorsilber ($AgCl$) findet sich in der Natur als Silberhornerz. Künstlich auf nassem Wege erzielt, erscheint es in weißen Flocken, die leicht zu einer Flüssigkeit schmelzen, welche beim Erkalten zu einer grauen halb-durchscheinenden Masse erstarrt und dann mit dem Messer zerschneidbar ist (Hornsilber). In frisch gefälltem Zustande wird es am Lichte geschwärzt. Es ist in Wasser völlig unlöslich, löst sich aber leicht in Ammoniak und unterschwefligsauren Alkalien. Man stellt das Chlorsilber durch Fällen eines Silberoxydsalzes mit Salzsäure oder Kochsalzlösung dar. Der erhaltene weiße käsige Niederschlag wird, vor dem Lichte geschützt, getrocknet.

Bromsilber ($AgBr$) kommt als Mineral krystallisirt vor und bildet aus Silberoxydlösung durch Bromkalium gefällt einen gelblichen Niederschlag, welcher in Ammoniak schwerer löslich ist, als das Chlorsilber, übrigens aber demselben sehr ähnelt.

Jodsilber (AgJ) kommt ebenfalls als Mineral vor. Künstlich wird es aus Silberoxydsalzlösungen durch Jodkalium erhalten, ist blaßgelb, schwärzt sich im Lichte nur langsam und ist in Ammoniak fast unlöslich, ähnelt aber übrigens

dem Chlorsilber sehr. Das Chlor-, Brom- und Jodsilber spielen eine wichtige Rolle in der Photographie.

Silberoxydsalze sind zum Theil in Wasser und ohne Zersetzung löslich, farblos, wenn die Säure ungefärbt war. Die wichtigsten sind folgende:

Salpetersaures Silberoxyd (AgO, NO_5), luftbeständige, durchsichtige Krystalle, welche sich in Wasser leicht lösen und einen herben metallischen Geschmack besitzen. Bei gelinder Hitze geschmolzen, erstarren sie krystallinisch und bilden, in Stängelchen gegossen, den Höllenstein. Das Salz wirkt ätzend giftig; seine Lösung schwärzt die Haut und organische Stoffe, daher wird es auch zum Zeichnen der Wäsche benutzt.

Das Salz wird durch Auflösen von reinem Silber in mäßig starker Salpetersäure und Abdampfen der Lösung bis zur Krystallhaut erhalten.

Schwefelsaures Silberoxyd (AgO, SO_3) wird durch Erhitzen des Silbers mit concentrirter Schwefelsäure oder durch Zersetzen von salpetersaurem Silberoxyd mittelst schwefelsauren Kalis erhalten. Krystallisirt in kleinen glänzenden rhombischen wasserfreien Krystallen und ist in Wasser schwer löslich. Auf seiner Bildung beruht die Scheidung des Silbers vom Golde durch die Affinirung.

Schwefligsaures Silberoxyd (AgO, SO_2) bildet ein weißes Pulver, welches durch freie schweflige Säure aus salpetersaurem Salz gefällt wird.

Arseniksaures Silberoxyd ($3\,AgO, AsO_5$), ein röthlich-brauner Niederschlag, welcher sich beim Vermischen von arseniksaurem Alkali mit salpetersaurem Silberoxyd bildet.

Arsenigsaures Silberoxyd ($2\,AgO, AsO_3$) bildet sich in Gestalt eines lebhaft gelben Niederschlags, beim Vermischen von arsenigsaurem Alkali mit salpetersaurem Silberoxyd.

Silberlegirungen.

Das Silber läßt sich mit den meisten Metallen zusammenschmelzen, die wichtigsten Legirungen sind jedoch das Silberamalgam und Kupfersilber.

Das Silberamalgam ($3\,Ag_3$) findet sich als seltenes Mineral krystallisirt und wird in schöner Krystallisation erhalten, wenn man wenig Quecksilber in eine Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd legt.

Kupfer und Silber lassen sich in allen Verhältnissen zusammenschmelzen. Die Gemische sind weiß bis blaß-kupferroth und härter als reines Silber. Alles Silber ist mit einer gesetzlich bestimmten Menge Kupfer versetzt. Man fertigt diese Legirungen in Deutschland nach Loth und Grän an. Eine feine Mark = 16 Loth Feinsilber, 1 Loth = 16 Grän. Ein Gemisch aus 15 Loth Silber und 1 Loth Kupfer nennt man 15löthiges Silber, aus 12 Loth Silber und 4 Loth Kupfer, wie z. B. die Thalerstücke, 12löthiges Silber u. s. w. — Um die Oberfläche von verarbeitetem kupferhaltigen Silber weißer zu machen,

wird dasselbe nach dem Glühen an der Luft dem Weißsieden mit verdünnter Schwefelsäure unterworfen. Um den Feingehalt der Legirung kennen zu lernen, wendet man die Probe auf trocknem Wege, die Cupellation, oder die Probe auf nassem Wege (die Titrirmethode) an.

Nach der ersten Methode, der Cupellation, wird eine abgewogene Probe in einer kleinen, aus Knochenerde gefertigten Muffel oder Kapelle in einem Muffelofen mit Blei so lange unter dem Zutritt der Luft geschmolzen (abgetrieben), bis sich sämmtliches Blei nebst dem Kupfer oxydirt und in die Masse der Muffel eingezogen hat, und das Silber zu einem Korn zusammengeschmolzen auf der Muffel zurückgeblieben ist, welches dem Gewichte nach bestimmt wird, oder zur Beurtheilung auf einem Probirstein mit Legirungen zu probirenden Silbers einen Strich macht und daneben einen andern mit einer Probirnadel, deren Zusammensetzung an Silber und Kupfer bekannt ist. — Aus der Gleichheit der Farbe beider Striche schließt man dann auf den Feingehalt der Legirung.

Um die Probe auf nassem Wege (Titrirmethode) auszuführen, wird das Silber aus seiner Lösung in Salpetersäure durch eine Kochsalzauflösung von bekanntem Salzgehalt niedergeschlagen. Aus der Menge (aus dem Maß) der verbrauchten Salzauflösung wird der Silbergehalt der Probe berechnet.

Platin

findet sich nur sparsam in der Natur und zwar nur gediegen, seltener rein, mit kleinen Beimengungen von Palladium, Iridium, Ruthenium, Rhodium, Osmium, Eisen und Kupfer (s. Mineralogie).

Das rohe Platin enthält im Durchschnitt ungefähr 20 % fremde Beimengungen. Man gewinnt es aus dem Platinerz, indem man dasselbe in Königswasser auflöst, wobei das meiste Iridium, Ruthenium und Osmium-Iridium als ein schwarzes Pulver zurückbleibt.

Die rothgelbe, noch saure Auflösung wird mit einer heiß gesättigten Lösung von Salmiak vermischt, wobei fast alles Platin als gelber, pulverförmiger Platinsalmiak (Ammonium-Platinchlorid) gefällt wird, während die anderen Metalle nebst etwas Platin in Auflösung bleiben. Der ausgewaschene und getrocknete Niederschlag giebt, nach gelindem Glühen, metallisches Platin in Gestalt einer grauen schwammigen weichen Masse (Platinschwamm), welcher, unter Wasser zu einem sehr feinen Pulver zerrieben, in einer eisernen Form stark zusammengepreßt, alsdann weißglühend gemacht und glühend vorsichtig gehämmert wird, bis man eine geschmeidige und schmiedbare Masse erhält. So dargestellt ist das Platin fast silberweiß, ins Stahlgraue übergehend, weniger glänzend als Silber, härter als Kupfer, sehr geschmeidig und zähe, so daß es sich zu feinem Draht ausziehen läßt. Ist in der Weißglühhitze schweißbar, im Knallgasgebläse schmelzbar. Sein spec. Gew. = 21,5.

In Gestalt eines schwarzen Pulvers (Platinmohr) wird das Platin erhalten, wenn man eine Legirung von Zink und Platin mit verdünnter Schwefelsäure behandelt, oder Platinchloridlösung durch Zucker reducirt, oder schwefelsaures Oxyd mit Alkohol kocht, oder Platinchloridlösung mit Zucker und kohlensaurem Natron erhitzt. Das erhaltene schwarze Pulver (Platinmohr oder Platinschwarz) wird mit Salpetersäure, Kalilauge und Wasser gewaschen.

Der erwähnte Platinschwamm, eine grauschwarze schwammige Masse, wird durch Glühen vom Platinsalmiak erhalten und besitzt die Eigenschaft, Gase und besonders Sauerstoffgas in großer Menge in seinen Poren aufzunehmen. Kommt daher derselbe mit Wasserstoffgas zusammen, so findet Entzündung des letzteren und Verbrennen zu Wasser Statt. (Hierauf gründet sich die Döbereiner'sche Zündmaschine.) Der Platinmohr besitzt die Eigenschaft, Sauerstoff aufzunehmen, in einem noch höhern Grade.

Verbindungen des Platins.

Mit dem Sauerstoff bildet das Platin zwei sehr schwach-basische Oxyde.

a. Oxydul (PtO), ein schwarzes Pulver, welches sich beim Erhitzen in Wasser, Sauerstoff und Metall zerlegt und erhalten wird, indem man Platinchlorür mit Aetzkali gelinder Wärme aussetzt. Wasserfrei wird es durch Glühen von Chlorcalcium mit platinsaurer Kalkerde und Ausziehen der Kalkerde aus der geglühten Masse mittelst Salpetersäure erhalten; es erscheint dann als violettes Pulver.

b. Platinoxyd (PtO_2). Ebenfalls ein schwarzes Pulver, welches mit Säuren Platinoxydsalze, mit Basen platinsaure Salze bildet, wird erhalten, indem man 2 M.-G. salpetersaures Platinoxyd mit 1 M.-G. Kali versetzt; das Platinoxydhydrat fällt als braunes Pulver nieder.

Platinchlorür ($PtCl$), ein grünlich-graues, in Wasser unlösliches Pulver, welches durch Einleiten von schwefliger Säure in Platinchloridlösung erhalten wird, und auch durch vorsichtiges Erhitzen des gepulverten Platinchlorids erhalten werden kann.

Platinchlorid ($PtCl_2$) bildet sich durch Auflösen des Metalls in Königswasser in gelber Lösung, welche nach dem Abdampfen eine krystallinische zerfließliche rothbraune Masse liefert, die sich leicht in Wasser löst. Aus dieser Lösung schlagen sowohl Ammoniumoxydsalze als Kalisalze schön gelbe, sehr wenig lösliche, pulverförmige Doppelsalze: Ammonium-Platinchlorid (Platinsalmiak $NH_4Cl + PtCl_2$ und Kalium-Platinchlorid $KCl + PtCl_2$) nieder.

Platinbasen bestehen aus Stickstoff, Wasserstoff und Platin. Sie bilden eine Reihe höchst interessanter Verbindungen, welche durch Einwirkung von Ammoniak und Platinchlorür entstehen.

Palladium (Pd)

findet sich sehr selten, zuweilen in einzelnen Körnern unter dem Platin, auch im asiatischen Waschgold. Es ist an Farbe, Glanz und Geschmeidigkeit dem Platin

ähnlich, hat ein spec. Gew. von 11,8, löst sich in Salpetersäure und Königswasser auf, beschlägt sich in einer Weingeistlampe mit Ruß und wird durch Aufnahme von Kohle spröde. Bringt man auf Palladium Jodtinctur und läßt dieselbe über der Lampe verdampfen, so bleibt ein schwarzer Fleck von Jodpalladium zurück, was bei dem Platin nicht der Fall ist.

Man erhält es, wenn man die bei der Behandlung der Platinerze mit siedendem Königswasser erhaltene Lösung von Palladium, Platin und Rhodium mit kohlensaurem Natron sättigt und mit Cyanquecksilber versetzt. Das Palladium wird dann als Cyanpalladium gefällt, welches ausgewaschen, getrocknet und geglüht, metallisches Palladium in porösem Zustande liefert. Mit dem Sauerstoff bildet das Palladium drei Oxyde, welche sämmtlich für sich reducirbar sind. In Königswasser löst sich das Palladium mit dunkelbrauner Farbe zu Chlorid. Beim Abdampfen der Lösung entsteht daraus dunkelbraunes zerfließliches Chlorür (Pd Cl). Aus dieser Auflösung fällt Jodkalium schwarzes Palladiumjodür (Pd J).

Iridium

ist von grauer Farbe, schwieriger schmelzbar als Platin, läßt sich gut poliren, verträgt aber keine Hammerschläge, löst sich weder in Salpetersäure noch in Königswasser, wird aber durch Zusammenschmelzen von Salpeter oxydirt. Das spec. Gew. = 15,7 — 23,5. Es findet sich in geringer Menge in rohem Platin, am seltensten als platinhaltiges Iridium in Körnern von 23 spec. Gew. Es wird aus den Platinerzen erhalten, indem man die in Königswasser nicht löslichen Platinmetalle (Osmium, Ruthenium, Iridium) mit Kali und chlorsaurem Kali zusammenschmelzt und die geschmolzene Masse mit Salpetersäure aus einer Retorte destillirt; es geht dann Osmiumsäure über, die mit Ammoniak gesättigt wird. Die Lösung wird mit Salzsäure verdampft und der Rückstand mit Salmiak geglüht. Das Osmium bleibt zurück, und in der zurückbleibenden Flüssigkeit ist Iridiumoxyd aufgelöst, welches durch kohlensaures Natron gefällt und in der Hitze mittelst Wasserstoff reducirt wird.

Das Iridium bildet 4 für sich reducirbare Oxyde. Sein Chlorid ($Ir\,Cl_2$) erhält man in dunkelrothbrauner Lösung, wenn man Iridiumpulver durch Glühen mit einem Gemenge von Kalihydrat und Salpeter schmelzt, dann auswäscht und in concentrirtem Königswasser auflöst.

Ruthenium.

In geringer Menge im Platinerz enthalten, ist im Ganzen nur wenig bekannt. Es ist dem Iridium sehr ähnlich. Es oxydirt sich aber leicht beim Glühen an der Luft; seine Oxyde sind für sich nicht reducirbar.

Man erhält es aus den in Königswasser nicht löslichen Gemengen von Platinmetallen (s. Iridium), indem man den Rückstand mit Chlor behandelt und

aus der Lösung das Osmium und Ruthenium mittelst Ammoniak fällt. Der Niederschlag wird mit Salpetersäure destillirt, wobei Osmiumsäure übergeht, während Rutheniumoxyd zurückbleibt. Schmelzt man dieses mit Salpeter zusammen, löst die geschmolzene Masse in Wasser auf und fällt mit Salpetersäure das Ruthenium als Sesquioxydul, so erhält man, wenn letzteres mit Wasserstoffgas unter Erhitzen behandelt wird, metallisches Ruthenium. Das Sesquioxydul wird aus dem Osmium-Iridium ebenfalls erhalten, wie hier beschrieben.

Rhodium

findet sich in rohem Platin; es ist silberweiß, spröde, sehr hart, von 11 spec. Gew. Wegen seiner Sprödigkeit nur in zusammengesintertem Zustande bekannt. In allen Säuren unlöslich. Durch Schmelzen mit zweifach-kohlensaurem Kali macht man es löslich, auf welche Weise man es auch aus dem Osmium-Iridium auszieht. Außerdem gewinnt man es aus der Lösung, welche neben Rhodium Platin und Palladium enthält und aus dem Platinerz gewonnen wird (siehe Platin). Nachdem das Palladium als Cyanpalladium und das Platin als Platinsalmiak gefällt worden ist, schlägt man das Rhodium und etwa vorhandenes Quecksilber, von überschüssig zugesetztem Cyanquecksilber herrührend, aus der Lösung mittelst Zink nieder, behandelt das entstandene schwarze Pulver mit Salpetersäure, welche das Quecksilber löst, und den Rückstand mit Königswasser; verdampft die Lösung unter Zusatz von Kochsalz und behandelt den Rückstand mit siedendem Alkohol. Die in Alkohol nicht lösliche Substanz ist eine Verbindung von Chlornatrium und Chlorrhodium ($Na\,Cl + Rh\,Cl$), welche durch Glühen und Ausziehen mit Wasser reines Rhodium liefert.

Das Rhodium oxydirt sich als Pulver beim Erhitzen an der Luft. Es hat zwei Oxyde. Die Auflösung des Chlorids ist rosenroth.

Osmium

findet sich zum Theil im rohen Platin, hauptsächlich als Osmium-Iridium. Es bildet eine bläulich-graue, metallglänzende, poröse Masse; durch Wasserstoffgas aus seinem flüchtigen Oxyd reducirt, ist es flüchtig, eisenschwarz, von 10 spec. Gew.; beim Zutritt der Luft erhitzt, verbrennt es zu flüchtiger Osmiumsäure ($Os\,O_4$), das wichtigste seiner Oxyde, welches sich in farblosen glänzenden Krystallen sublimirt und unter Wasser schmelzbar ist. Außerdem bildet es noch 4 Oxyde. (Ueber die Darstellung des Osmiums siehe beim Iridium.)

Gold

findet sich fast nur gediegen, zuweilen in Verbindung mit Silber und Tellur sehr verbreitet. In den Goldlagern findet es sich in Gestalt feiner Blättchen oder kleiner Körner, zuweilen auch in großen Klumpen vor und wird durch Waschen

mechanisch daraus geschieden, und aus dem Rückstande das Gold entweder mittelst Quecksilber oder Königswasser ausgezogen.

Umständlicher ist die Gewinnung des eingesprengten Goldes, wobei das Erz in feingepochtem Zustande der Amalgamation unterworfen wird. Mitunter wendet man auch die Eintränkarbeit an, welche darin besteht, daß man die goldhaltigen Schwefelmetalle röstet und dann schmelzt. Der durch das Schmelzen erhaltene Rohstein wird von Neuem geröstet, dann mit Blei oder Bleiglätte zusammengeschwolzen und dann auf einem Treibheerde abgetrieben. Das auf diese Weise erhaltene Gold enthält gewöhnlich kleinere Mengen von anderen Metallen und namentlich von Silber. Ueberhaupt ist fast alles Silber, was gewonnen wird, goldhaltig. Die Scheidung beider Metalle geschieht durch Erhitzen mit concentrirter Schwefelsäure, wodurch das Silber in ein schwefelsaures Salz verwandelt wird und das Gold als braunes Pulver zurückbleibt. Das Salz wird in Wasser gelöst und das Silber durch hineingelegtes Kupfer gefällt, wobei Kupfervitriol als Nebenproduct gewonnen wird. Ebenso verfährt man mit alten goldhaltigen Silbermünzen und man nennt diese Scheidung das Affiniren. Außerdem wird auch das goldhaltige Silber in vertheiltem Zustande in warmer Salpetersäure aufgelöst, wobei das Gold zurückbleibt (Quartscheidung). Silberhaltiges Gold mit vorwaltendem Gold wird in Königswasser aufgelöst, wobei das Silber als Chlorsilber zurückbleibt. Aus der Auflösung wird das Gold durch Eisenvitriol niedergeschlagen. Auch benutzt man in neuerer Zeit ein ähnliches Verfahren zum Ausziehen des Goldes aus goldhaltigen Erzen, indem man die abgerösteten Erze mit Chlorwasser behandelt und aus der Chlorgoldlösung das Metall durch Eisenvitriol fällt.

Das Gold ist das geschmeidigste Metall; es läßt sich zu Blättchen von ungefähr $^1/_{100\cdot000}$ Zoll Dicke ausschlagen und aus 1 Gran Gold kann ein Draht von 500 Fuß Länge gezogen werden. Auf Silber erzeugte man sogar einen Goldüberzug, welcher nur $^1/_{12\cdot000\cdot000}$ Zoll Dicke besaß. Die gelbe Farbe des Goldes ist bekannt; es ist in Oktaëdern krystallisirbar. Sein spec. Gew. = 19,5. In Pulverform ist es braun als Blattgold, mit grüner Farbe durchscheinend; es schmilzt etwas schwerer, als Kupfer.

Verbindungen des Goldes.

Das Gold hat zum Sauerstoff unter allen Metallen die geringste Verwandtschaft und läßt sich nur auf mittelbarem Wege oxydiren.

Es hat zwei Oxyde, a) das Goldoxydul (AuO); ein grünes bis dunkelviolettes Pulver; entsteht durch Zersetzung des Chlorürs mit Kalilauge, zerfällt mit Salzsäure in Gold und Chlorid. — Der Goldpurpur, die schönste rothe Farbe in der Porzellanmalerei, scheint im Wesentlichen zinnsaures Goldoxydul zu sein. Es erscheint als ein violettbraunes Pulver und bildet sich beim Vermischen verdünnter Lösungen von Goldchlorid und Zinnchlorür, oder

durch Behandeln einer Legirung von Gold, Zinn und Silber mit Salpetersäure.

b. Goldoxyd oder Goldsäure (AuO_3) erscheint als Hydrat grünlichgelb und an der Luft getrocknet kastanienbraun. Es wird durch Wärme und einige Metalloide zersetzt. Verbindet sich schwierig mit Sauerstoffsäuren, leicht aber mit Alkalien, namentlich mit Ammoniak, mit welchem es ein durch Stoß, Reiben oder Erhitzen heftig explodirendes, olivengrünes Pulver (Knallgold) bildet. — Das Goldoxyd scheidet sich ab, wenn eine neutrale Goldchloridlösung mit kohlensaurem Natron neutralisirt, zum Sieden erhitzt wird.

Schwefelgold (AuS_2) bildet sich durch Zersetzung von Chlorgold mit Schwefelwasserstoffgas als schwarzes Pulver, welches durch Erhitzen leicht zersetzbar ist und sich in Schwefelammonium auflöst.

Chlorgold:

a. Goldchlorür ($AuCl$) erscheint als gelblichweißes Pulver, welches durch gelindes Erhitzen von Goldchlorid gewonnen wird, sich nicht in Wasser löst, sich aber in Gold und Goldchlorid zersetzt.

b. Goldchlorid ($AuCl_3$) bildet sich durch Auflösen von Gold in Königswasser. Beim Abdampfen der Lösung erhält man krystallisirtes Goldchlorid, welches leicht zerfließt und in Wasser mit rothgelber Farbe löslich ist. Es krystallisirt aus der sauren Auflösung in Verbindung mit Salzsäure in langen gelben Krystallen. — Die Goldoxydsalze sind von geringerer Wichtigkeit.

Goldlegirungen.

Das Gold läßt sich mit den meisten der bisher besprochenen Metalle zusammenschmelzen. Mit Quecksilber bildet es Goldamalgam, mit Silber und Kupfer läßt es sich in allen Verhältnissen zusammenschmelzen und wird dadurch härter. Das meiste verarbeitete Gold wird mit einer gesetzlich bestimmten Menge Silbers oder Kupfers oder von beiden zugleich versetzt, da reines Gold zu weich sein würde. Der Goldgehalt in legirtem Gold wird durch das Wort „karätig" ausgedrückt; — 1 Mark Gold (= 16 Loth) wird in 24 Karat (1 Karat = 12 Grän) eingetheilt; enthält legirtes Gold z. B. 18 Karat Gold und 6 Karat Silber oder Kupfer, so heißt es 18 karätig. — Der Goldgehalt des legirten Goldes wird durch Cupellation gefunden. Kupferhaltiges Gold wird mit Blei abgetrieben; zugleich silberhaltiges wird mit dem 2—3 fachen Gewicht Silber und dem 10 fachen Gewicht Blei geschmolzen und abgetrieben und dann das Silber vom Gold durch die Quartscheidung getrennt.

Electro-negative Metalle und deren Verbindungen.

Zinn

ist wenig verbreitet, findet sich oxydirt als Zinnstein und als Schwefelzinn mit anderen Metallen als Zinnkies. Zur Gewinnung des Metalls wird meistens

der Zinnstein benutzt und zu dem Ende nach dem Pochen, Waschen und Rösten in Schacht- oder Flammenöfen mit Kohle oder Zuschlägen geschmolzen; das erhaltene Zinn wird durch Aussaigern bei gelinder Hitze gereinigt. War der Zinnstein frei von anderen Erzen, so erhält man es ohne Aussaigern fast chemisch rein. — Das englische Korn- und das ostindische Bankazinn sind die reinsten Sorten. — Das gewöhnliche, unreine Zinn führt den Namen Blockzinn. Chemisch rein erhält man es aus dem durch Oxydation des Zinns mittelst Salpetersäure erhaltenen Zinnoxyde und Reduction desselben mittelst Kohle. Das metallische Zinn ist fast silberweiß, stark glänzend, knirscht beim Biegen und ist weicher als Gold, aber härter als Blei, krystallisirbar, läßt sich zu sehr dünnen Platten ausbreiten (Stanniol, Zinnfolie). Es schmilzt bei 235°; sein spec. Gew. entspricht 7,28.

Verbindungen des Zinns.

Mit dem Sauerstoff bildet das Zinn 3 Oxydationsstufen. An der Luft geschmolzen, bedeckt es sich mit einem weißen Pulver, der Zinnasche (unreines Oxyd).

Zinnoxydul (SnO), von violettschwarzer Farbe, in Wasser unlöslich, oxydirt sich beim Erhitzen an der Luft zu Zinnoxyd, bildet sich bei Auflösung des Zinns in verdünnter kalter Salpetersäure und als weißes Hydrat durch Zersetzung des Zinnchlorürs mit kohlensaurem Natron. Wird dieses Hydrat mit concentrirter Kalilauge erwärmt, so verwandelt es sich in wasserfreies schwarzes krystallinisches Oxydul.

Zinnsesquioxydul (Sn_2O_3). Frisch gefällt eine schleimige, grauweiße Masse, die beim Trocknen in einer sauerstofffreien Atmosphäre in ein schwarzes wasserfreies Sesquioxydul sich umwandelt. Man erhält sie, wenn Zinnchlorür mit Eisenoxydhydrat gekocht wird.

Zinnoxyd oder Zinnsäure (SnO_2) findet sich in der Natur in dem Zinnstein. Diese Oxydationsstufe existirt in 2 Modificationen.

Das a-Zinnoxyd oder die gewöhnliche Zinnsäure, erscheint, frisch gefällt, als gallertartiger Niederschlag, der Lackmus röthet und beim Trocknen seidenglänzend und zerreiblich wird, sich schon in verdünnter Salzsäure löst. Man erhält dieses Oxyd durch Fällen einer Zinnchloridlösung mit kohlensaurem Kali. — Bei 100° getrocknet, geht es in Metazinnsäure über. Es verhält sich gegen Säuren wie eine schwache Basis und gegen Kali und Natron als eine Säure, bildet daher mit diesen zinnsaure Salze, welche leicht krystallisiren.

Das b-Zinnoxyd oder Metazinnsäure ist ein weißes pulveriges Hydrat ($Sn_5O_{10} + 10HO$), welches beim Trocknen einen Theil seines Wassers verliert, in kalter Salpetersäure unlöslich ist und mit Basen nicht-krystallisirbare Salze liefert.

Schwefelzinn. Das Zinn vereinigt sich mit dem Schwefel in verschiedenen Verhältnissen.

a. Einfach-Schwefelzinn (SnS) erscheint, durch Zusammenschmelzen von Schwefel mit Zinn erhalten, in metallglänzenden bleigrauen Schuppen, auf nassem Wege, durch Fällen eines Zinnoxydulsalzes mittelst Schwefelwasserstoff gewonnen, als brauner Niederschlag.

b. Anderthalb-Schwefelzinn ($Sn_2 S_3$) erscheint als graugelbe metallische Masse, welche durch Erhitzen von Einfach-Schwefelzinn mit $^1/_3$ Schwefel erhalten wird.

c. Zweifach-Schwefelzinn (SnS_2) (Musivgold) wird durch längeres Erhitzen eines Gemenges von 12 Th. Zinn, 6 Th. Quecksilber, 7 Th. Schwefel und 6 Th. Salmiak in schönen goldglänzenden Schuppen erhalten. Es zerfällt beim Erhitzen in Schwefel und Einfach-Schwefelzinn, löst sich in Königswasser und siedender Schwefelsäure. — Als amorpher gelber Niederschlag entsteht die Verbindung durch Fällung einer Chloridlösung mit Schwefelwasserstoff. Löst sich in Schwefelalkalien.

Chlorzinn. Dünn gewalztes Zinn entzündet sich von selbst in Chlor und verbrennt zu Zinnchlorid ($SnCl_2$). Man stellt es dar, indem zerschnittenes Stanniol einer Atmosphäre von trockenem Chlorgas ausgesetzt und das Chlorid abdestillirt wird. Es bildet eine farblose, dünne, flüchtige, stark rauchende Flüssigkeit von 2,28 spec. Gew., welche bei 120^0 siedet. Mischt man diese Verbindung mit dem dritten Theil Wasser, so erhält man ein krystallisirendes Hydrat.

b-Zinnchlorür oder Einfach-Chlorzinn (SnCl) bildet eine feste weiße durchscheinende Masse, welche bei 250^0 schmilzt und sich bei stärkerer Hitze überdestilliren läßt. Man erhält es durch Auflösen von Zinn in concentrirter Salzsäure; aus dieser Lösung krystallisirt es mit 2 M.-G. in großen durchsichtigen Krystallen (Zinnsalz der Färber). Schmilzt man dieses Salz zur Befreiung seines Krystallwassers und destillirt es nachher aus einer Retorte über, so erhält man das wasserfreie Zinnchlorür. Seine Auflösung zersetzt sich an der Luft und reducirt viele Oxyde zu niedrigen Oxydationsstufen oder auch zu Metall.

Zinnlegirungen.

Das Zinn legirt sich z. B. mit Kupfer, Silber, Gold und anderen Metallen. Mit Quecksilber liefert es das zum Belegen der Spiegel dienende Amalgam.

Antimon.

Findet sich sehr selten gediegen oder oxydirt, am häufigsten in Verbindung mit Schwefel in verschiedenen Mineralien. Es ist silberweiß, sehr glänzend,

von krystallinisch-blätterigem Gefüge. Es ist spröde und läßt sich pulvern, hat ein spec. Gew. von 4,7, schmilzt bei ungefähr 425°, krystallisirt beim Erstarren in Rhomboëdern, läßt sich in der Weißglühhitze überdestilliren und verbrennt, an der Luft erhitzt, zu Antimonoxyd, verbindet sich mit Chlor und Schwefel unter Lichtentwickelung. Wird von Schwefelsäure und Salzsäure nicht angegriffen. In der Hitze bildet sich aber mit ersterer schwefelsaures Antimonoxyd und schweflige Säure, mit der zweiten Antimonchlorid und Wasserstoffgas. Durch Salpetersäure wird es oxydirt. Die Oxydationsstufe ist in Salpetersäure unlöslich.

Das Antimon wird meistens aus dem Grauspießglanzerz (Schwefelantimon) gewonnen. Das Erz wird zu diesem Zwecke aus dem Gestein, in welchem es vorkommt, ausgeschmolzen (ausgesaigert). Das Schwefelantimon wird dann einer Röstung unterworfen, bis sämmtlicher Schwefel verbrannt und das Antimon oxydirt ist. Dieses Oxyd wird mit kohlensaurem Natron und Kohle reducirt. Um es frei von Arsen zu erhalten, nimmt man zur Darstellung im Kleinen am besten 100 Th. Schwefelantimon, 10 Th. wasserfreies schwefelsaures Natron, 2 Th. Kohle, 42 Th. Eisenabfälle und unterwirft dieses Gemenge einer Schmelzung.

Verbindungen des Antimons.

Antimonoxyd (SbO_3) findet sich selten in der Natur als Weißspießglanzerz. Es erscheint als ein weißes, zuweilen graues Pulver, welches ohne Geruch und Geschmack, krystallisirbar ist und sich verflüchtigen läßt.

In geschmolzenem Zustande verbreitet es an der Luft dicke weiße Dämpfe, die sich an kalten Körpern krystallinisch verdichten. Bei höherer Temperatur verbrennt es zu antimonsaurem Antimonoxyd, SbO_3, SbO_5 (früher antimonige Säure genannt). Das Oxyd wird sowohl durch Erhitzen von Antimon an der Luft, als auch durch Fällen des Antimonchlorürs mit kohlensaurem Natron erhalten. Es bildet mit Säuren Antimonoxydsalze, welche durch Erhitzen an der Luft zerlegt und, deren Lösungen mit Wasser zusammengebracht, in unlösliche basische und lösliche saure Salze zerlegt werden.

Antimonsäure (SbO_5) findet sich in der Natur nur selten als Spießglanzoker. Sie bildet, ähnlich der Zinnsäure, zwei Modificationen. Die gewöhnliche Antimonsäure ist ein gelbes, geschmackloses, nicht krystallisirbares Pulver, welches sich nicht sublimiren läßt. In der Hitze zersetzt sie sich in Sauerstoff und antimonsaures Antimonoxyd, löst sich in antimonhaltiger Kalilauge, wird dargestellt durch Behandeln von metallischem Antimon mit Salpetersäure, Abdampfen der Masse und vorsichtiges Erhitzen des Rückstandes. In wasserhaltigem Zustande bildet sie ein sehr zartes, weißes Pulver, welches in Wasser wenig löslich ist und Lackmus röthet. Dieses Hydrat fällt, beim Vermischen von Antimon-Superchlorid mit Wasser nieder, und wird wegen einiger abweichenden

Eigenschaften als eine besondere Modification, nämlich als Meta-Antimonsäure bezeichnet. So z. B. löst sich diese nach und nach in kaltem Ammoniak, worin die gewöhnliche Antimonsäure völlig unlöslich ist. Ferner löst sie sich schneller in Säuren, als die Antimonsäure, und wird aus ihrer wässerigen Lösung durch Säuren wieder gefällt.

Die Antimonsäuresalze von Kali und Ammoniumoxyd können löslich in Wasser erhalten werden, alle übrigen sind unlöslich, und es giebt auch unlösliche oder schwer lösliche Modificationen der Kali- und Ammoniumoxydsalze.

Antimonsaures Kali (KO, SbO_5) bildet sich durch Verpuffen von Antimon mit Salpeter als weißes körniges, in Wasser unlösliches Pulver, welches sich mit Wasser gekocht allmälig auflöst und sich in ein wasserhaltiges Salz verwandelt. Erhitzt man Antimonsäure mit vielem Kali, so bildet sich neutrales meta-antimonsaures Kali, welches durch Behandeln mit Wasser in ein saures Salz übergeht, krystallinisch ist und in Natronsalzlösungen einen körnigen Niederschlag von meta-antimonsaurem Natron hervorbringt, welchen die gewöhnliche Säure nicht erzeugt. Das meta-antimonsaure Kali dient daher zur Erkennung des Natrons.

Antimonsaures Antimonoxyd ($SbO_3 + SbO_5$, früher antimonige Säure, SbO_4). Stellt ein weißes, nicht krystallinisches, unschmelzbares, nicht flüchtiges Pulver dar, welches sich in Wasser nicht löst und selbst bei höherer Temperatur an der Luft unveränderlich ist. Wird durch Erhitzen von Antimonoxyd an der Luft erhalten.

Chlorantimon:

a. Antimonchlorid ($SbCl_3$, Antimon- oder Spießglanzbutter). Bei gewöhnlicher Temperatur von butterartiger Consistenz, weiß, durchscheinend, sehr ätzend und ohne Zersetzung überdestillirbar. Zieht aus der Luft Feuchtigkeit an. Wird durch Wasser, unter Abscheidung von Antimon, zersetzt, jedoch enthält der Niederschlag auch etwas Antimonchlorid und ist demnach ein Antimonoxychlorid (Algarothpulver). Man erhält das Antimonchlorür durch Sublimation eines Gemenges von 1 Th. Antimon und 3 Th. Quecksilberchlorid, wobei das gebildete Antimonchlorür überdestillirt und zu einer butterartigen Masse erstarrt.

b. Fünffach-Chlorantimon ($SbCl_5$, Antimonsuperchlorid). Eine gelbliche Flüssigkeit von unangenehmem Geruch, welche an der Luft weiße Dämpfe verbreitet, durch Wasser zersetzt wird und sich durch Erhitzen von Antimon in Chlorgas bildet.

. Schwefelantimon:

a. Dreifach-Schwefelantimon (SbS_3, Antimonsulfuret) findet sich in der Natur als Grauspießglanzerz, welches erhitzt sich in ein amorphes braunrothes Antimonsulfuret umändert. Das graue krystallisirte stellt man durch Zusammenschmelzen von Antimon und Schwefel, das rothe durch Fällen der Lösung eines Antimonsalzes, durch Schwefelwasserstoff oder durch Zersetzen der

Lösung einer Verbindung von Schwefelnatrium mit Antimonsulfuret mittelst verdünnter Schwefelsäure dar.

Die unter dem Namen Kermes (Kermes minerale) bekannte Antimonverbindung besteht aus einem Gemenge von rothem Antimonsulfuret mit Antimonoxyd, welches außerdem noch etwas Alkali enthält. Man erhält den Kermes auf nassem Wege durch Einwirkung von Alkali- und kohlensauren Alkalilösungen auf graues Schwefelantimon, indem man die dadurch erhaltene Lösung mit einer Säure versetzt. Auf trockenem Wege stellt man ihn durch Zusammenschmelzen von grauem Schwefelantimon mit kohlensaurem Natron, Eintragen der geschmolzenen Masse in eine Lösung von kohlensaurem Natron und Filtriren der heißen Flüssigkeit dar. — Beim Erkalten scheidet sich der Kermes als braunrothes Pulver aus.

b. Fünffach-Schwefelantimon (SbS_5, Goldschwefel, Antimonsulfid). Ein orangefarbenes Pulver, welches am besten dargestellt wird, indem man schwefelsaures Natron mit Kohle und Schwefelantimon glüht und die geglühte Masse mit Wasser, unter Zusatz von Schwefel, kocht. Beim Erkalten dieser Flüssigkeit scheidet sich ein krystallisirtes Salz aus, welches $SbS_5, 3NaS + 18HO$ entspricht. Setzt man zu der Lösung dieses Salzes Salzsäure, so entweicht Schwefelwasserstoff, und es bildet sich Chlornatrium, welches aufgelöst bleibt, während sich Goldschwefel ausscheidet.

Antimonleber wird durch unvollständiges Rösten von grauem Schwefelantimon und Schmelzen des Productes, oder durch Zusammenschmelzen von Schwefelantimon mit Salpeter, als leberfarbene, glasige, in Pulverform schmutzigbraune Masse erhalten. Sie besteht je nach der Bereitungsweise aus reinem Oxysulfuret oder aus einem Gemenge von Oxysulfuret und einem Sulfosalze.

Spießglanzglas. Eine glasartige, dunkelroth durchscheinende Masse, welche durch unvollständiges Rösten mit Schwefelantimon und nachheriges Zusammenschmelzen der oxydirten Masse erhalten wird.

Spießglanzsafran findet sich als Rothspießglanzerz ($SbO_3, 2SbS_3$). Kocht man Spießglanzglas mit Weinsteinsäure und Wasser, so bildet sich Brechweinstein (siehe org. Chem.) und Spießglanzsafran bleibt zurück.

Antimonwasserstoff (SbH_3) bildet sich als farbloses Gas, welches mit weißer rauchender Flamme verbrennt, durch eine glühende Röhre geleitet in Wasserstoffgas und Antimon zerfällt, das sich als glänzender Metallspiegel abscheidet und von dem ähnlichen Arsenmetallspiegel durch seine Unlöslichkeit in unterchlorigsaurem Natron zu unterscheiden ist. Das Gas bildet sich, wenn man eine Antimonoxydhydratverbindung mit verdünnter Schwefelsäure und Zink zusammenbringt.

Arsen oder Arsenik

findet sich in der Natur gediegen, als Arseniksäure, verbunden mit Basen, seltener als arsenige Säure, in Verbindung mit Schwefel als Schwefelarsen. Das Arsen ist fest-krystallinisch, stahlgrau, glänzend, spröde, von 5,63 spec. Gew. Wird an der Luft matt, verflüchtigt sich beim Erhitzen ohne zu schmelzen und verdichtet sich aus dem gasförmigen Zustande in rhomboëdrische glänzende Krystalle. Sein Dampf riecht eigenthümlich knoblauchartig. Es wird durch Sublimation von arseniger Säure mit Kohle, oder im Großen durch Destillation des Arsenikkieses erhalten. Ist im Handel als Fliegenstein oder Scherbenkobalt bekannt.

Verbindungen des Arsens.

Arsenoxyd, ein schwarzes Pulver, welches sich bildet, wenn feingepulvertes Arsen unter eine feuchte Glocke gebracht wird und man die Luft von Zeit zu Zeit erneuert. Die Verbindung wird jedoch von Einigen für ein Gemenge von arseniger Säure mit Arsen gehalten.

Arsenige Säure (AsO_3, weißer Arsenik, Giftmehl) findet sich in der Natur selten als Arsenikblüthe, bildet frisch sublimirt eine farblose, glasähnliche Masse von muscheligem Bruch und geht an der Luft in eine feste weiße, undurchsichtige, porzellanähnliche Masse über; die erstere ist in siedendem Wasser weniger löslich als die letztere; die Lösung der erstern röthet blaues Lackmuspapier, die letztere bläuet rothes Lackmuspapier. In Salzsäure löst sich die arsenige Säure sehr leicht und scheidet sich aus der Lösung krystallinisch aus. Bisweilen wird sie beim Rösten arsenhaltiger Erze in Säulen von rhomboëdrischer Grundform erhalten, die durch Sublimation in Oktaëder übergehen. Die arsenige Säure tritt demnach in zwei verschiedenen Krystallformen und amorph auf. Sie besitzt einen scharf-metallischen Geschmack, ist eins der ätzendsten Gifte, läßt sich beim Erhitzen sublimiren und erscheint dann als weißes Pulver, welches bei starkem Erhitzen zu glasiger arseniger Säure schmilzt. Sie wird durch Kohle leicht zu Arsen reducirt und bildet mit Basen arsenigsaure Salze. Man stellt sie im Großen auf den Gifthütten durch Rösten arsenhaltiger Erze in besondern Flammenöfen dar, welche mit Verdichtungsräumen in Verbindung stehen, in denen sie sich als weißes Pulver absetzt, welches häufig zu einer glasigen Masse schmilzt.

Arsen- oder Arseniksäure (AsO_5) findet sich in einigen Mineralien in der Natur in Verbindung, ist weiß, ätzend, röthet stark blaues Lackmuspapier, zerfließt an der Luft und löst sich leicht in Wasser, schmilzt beim Erhitzen und ist dann in Wasser schwerer löslich. Zersetzt sich bei stärkerer Hitze in Sauerstoff und arsenige Säure. Aus ihrer Lösung scheidet sie sich bis zu einem gewissen Punkte abgedampft in großen wasserhaltigen Krystallen ab. Sie bildet mit Basen arsenigsaure Salze. Man stellt sie dar, indem man Arsen

oder arsenige Säure mit concentrirter Salpetersäure erhitzt und die Lösung bis zur Syrupdicke abdampft.

Schwefelarsen. Das Arsen verbindet sich mit dem Schwefel in 5 Verhältnissen; die wichtigsten sind folgende:

Zweifach-Schwefelarsen (AsS_2, Arsenikfulfür, Realgar, rothes Schwefelarsen) findet sich in der Natur in gelbrothen Krystallen und wird künstlich durch Zusammenschmelzen von gleichen Gewichtstheilen Schwefel und Arsen erhalten und bildet dann eine durchscheinende rubinrothe, schmelzbare, beim Erstarren krystallisirende Masse. Im Großen durch Destillation von Schwefelkies mit Arsenikkies bereitet, ist es dunkelroth amorph, von glasigem muscheligem Bruch. Durch Sublimation von arseniger Säure mit Schwefel erhalten, enthält es oft große Mengen arseniger Säure.

Dreifach-Schwefelarsen (AsS_3, Operment, Auripigment, Rauschgelb, gelbes Schwefelarsen) findet sich in der Natur als blättrige durchscheinende gelbe Masse. Künstlich kann es durch Zusammenschmelzen von Schwefel und Arsen in dem erforderlichen Verhältniß oder durch Zersetzung einer angesäuerten Lösung von arseniger Säure, mittelst Schwefelwasserstoff dargestellt werden und bildet, auf letzterem Wege dargestellt, ein schön gelbes Pulver. Im Großen stellt man es vielfach durch Erhitzen von arseniger Säure mit kohlensaurem Kali und Schwefel dar; es entsteht dadurch ein Sulfosalz ($AsS_3 + KS$), welches, durch Salzsäure oder Schwefelsäure zersetzt, Operment liefert.

Fünffach-Schwefelarsen (AsS_5, Arsenpersulfid), ein blaßgelbes schmelzbares Pulver, welches durch Sättigung einer Lösung von arseniksaurem Kali (KO, AsO_5) mit Schwefelwasserstoff und Zersetzung des gebildeten Schwefelsalzes (KS, AsS_5) mit verdünnter Schwefelsäure erhalten wird.

Arsenwasserstoff (AsH_3), ein farbloses, knoblauchartig riechendes, sehr giftiges, unter stärkerm Druck zu einer Flüssigkeit verdichtbares Gas von 2,69 spec. Gew., welches leicht entzündlich ist und mit bläulicher Flamme zu Wasser und arseniger Säure verbrennt. Leitet man es durch ein schwachglühendes Glasrohr, so wird es vollständig zerlegt und das Arsen wird als glänzender Metallspiegel abgeschieden, der sich in unterchlorigsaurem Natron auflöst (Unterschied vom Antimonspiegel). Das Gas bildet sich, wenn eine aus Arsen und Zink bestehende Mischung ($AsZn_3$) in verdünnter Schwefelsäure aufgelöst wird, oder wenn man Zink in einer verdünnten Schwefelsäure auflöst, die arsenige Säure enthält. Man kann zur Entwicklung dieses Gases den beim Wasserstoff angegebenen Apparat benutzen.

Tellur findet sich sehr selten in der Natur, ist im reinen Zustande vollkommen metallglänzend, fast zinnweiß, spröde, von großblättrigem, krystallinischem Gefüge, krystallisirt rhomboëderisch, ist leicht schmelzbar, bei Glühhitze flüchtig und entspricht einem spec. Gew. von 6,258. An der Luft geschmolzen entzündet es sich und verbrennt ohne Geruch mit blauer Flamme zu fester tellu-

rischer Säure (TeO_2), welche farblos, in Wasser unlöslich und leicht schmelzbar ist. Sie löst sich in Salzsäure und aus ihrer Lösung fällt schweflige Säure das Tellur als ein dunkelgraues Pulver. — Mit 3 M.-G. Sauerstoff bildet das Tellur die Tellursäure (TeO_3), welche in zwei verschiedenen Zuständen, nämlich als eine in Wasser lösliche krystallisirbare und auch als eine gelbe in Wasser unlösliche Masse erhalten wird. — Das Tellur ist in seinen übrigen Verbindungsverhältnissen dem Schwefel und Selen sehr ähnlich.

Titan

findet sich in der Natur als Titansäure, Titaneisen rc. (siehe Mineralogie). Das Titan bildet ein dunkelgraues unkrystallinisches Pulver, welches, an der Luft erhitzt, mit außerordentlichem Glanze verbrennt. In eine Flamme gestreut verbrennt es mit glänzenden Funken. Es zersetzt schon bei 100° das Wasser und wird in Chlorwasserstoffsäure unter Entwicklung von Wasserstoffgas aufgelöst. Man stellt es aus dem Fluor-Titankalium durch Erhitzen mit Kalium in einem bedeckten Platintiegel über der Weingeistlampe dar. Die Reduction erfolgt unter lebhafter Feuererscheinung. Man erhält es feiner, aber nicht so rein, durch Reduction der natürlichen Titansäure mit Kohlenpulver.

Verbindungen des Titans.

Titanoxydul (TiO) bildet sich bei lebhaftem Glühen von Titansäure mit Kohle, ist in Säuren unlöslich und verbrennt an der Luft leicht zu Titansäure. — Ist unvollständig gekannt.

Titanoxyd oder Sesquioxydul (Ti_2O_3). Schwarz, verbrennt an der Luft nur langsam zu Titansäure, wird von Schwefelsäure mit violetter Farbe gelöst.

Titansäure (TiO_2) findet sich in der Natur als Rutil, Brookit und Aetas (siehe Mineralogie). Die künstlich dargestellte Titansäure stellt ein weißes geschmackloses, im Wasser unlösliches, nur im Knallgasgebläse schmelzbares, beim Erhitzen vorübergehend gelb werdendes Pulver dar, welches nach sehr heftigem Glühen hellbraun und in Säuren und Alkalien unlöslich wird. Man erhält sie aus dem gewöhnlich eisenhaltigen Rutil oder dem Titaneisen, indem man das Material als feines Pulver mit dem dreifachen Gewicht kohlensauren Kalis zusammenschmelzt, wodurch ein Gemenge von kohlensaurem oder titansaurem Kali mit Eisenoxyd erzielt wird, welches man in verdünnter heißer Flußsäure auflöst, das entstandene, in farblosen glänzenden Blättern krystallisirende Fluortitankalium krystallisiren läßt, aus dessen Lösung durch Ammoniak titansaures Ammoniumoxyd fällt und dieses glüht. — Die dadurch erhaltene wasserfreie Säure bildet 2 Hydrate. Eine gallertartige weiße Substanz, welche lufttrocken $3\,TiO_2 + 5\,HO$ entspricht und aus der Lösung von titansaurem Kali durch Salzsäure abgeschieden wird und in einem Ueberschuß von Säuren sich auflöst. Erwärmt

man dieses Hydrat auf 140⁰, so bleibt eine Verbindung $Ti_3O_6 + 2HO$ zurück, welche in Säuren unlöslich ist.

Stickstofftitan (TiN) entsteht durch Glühen von Titansäure in Ammoniakgas, ist dunkelviolett-kupferfarben. Durch Erhitzen von Titanchlorid-Ammoniak entsteht ein Stickstofftitan von Ti_3N_2 in dunkelkupferfarbenen metallglänzenden Blättchen. Glüht man diese Verbindung in Wasserstoffgas heftig, so entsteht ein anderes Stickstofftitan Ti_5N_3 in goldfarbenen, völlig metallglänzenden Blättchen.

Eine Verbindung von Stickstofftitan mit Cyantitan ($3Ti_3N + TiCy_2N$) findet sich häufig in den Schlacken und Eisenmassen des Gestells der Hohöfen in kupferrothen, starkglänzenden, unschmelzbaren Würfeln von 5,3 spec. Gew. Die Verbindung giebt beim Erhitzen in trocknem Chlorgas flüssiges Titanchlorid und eine sehr flüchtige, in gelben Krystallen sublimirende Verbindung.

Schwefeltitan (TiS_2), dunkelmessinggelb, glänzend, leicht verbrennbar. Bildet sich, wenn man durch eine glühende Röhre mit Schwefelwasserstoff gemengte Dämpfe von Titanchlorid leitet oder Titansäure in Schwefelkohlenstoffdampf stark glüht.

Titanchlorid. Eine farblose, an der Luft rauchende Flüssigkeit, welche bei 135⁰ siedet, in Wasser unter starker Erhitzung löslich ist, wird am zweckmäßigsten durch Glühen eines innigen Gemenges von Rutilpulver und Kohle in trocknem Chlorgas erhalten.

Niobium, Pelopium, Tantal.

Diese drei Elemente finden sich sehr selten nur als Säuren in Verbindung mit Basen, vorzüglich in den Tantaliten (Columbiten). Die Metalle stellen, so viel bis jetzt bekannt ist, ein schwarzes Pulver dar. Das Tantalmetall wurde aus einer Verbindung des Fluortantals mit Fluornatrium dargestellt, von welcher 3 Th. mit 1 Th. Natrium in einem gut bedeckten eisernen Tiegel geschichtet wurden. Das als Product erhaltene schwarze Pulver zeigte nicht ganz rein nach dem Glühen in Wasserstoffgas 10,78 spec. Gew. Es verbrennt an der Luft mit lebhaftem Glanz unter Funkensprühen zu weißer Tantalsäure (TaO_2?). Sie stellt ein weißes geruchloses Pulver von 7,14, nach Andern 7,62 spec. Gew. dar. Ist unschmelzbar, bildet mit 11,5 % Wasser ein weißes Hydrat und liefert mit Basen tantalsaure Salze. Die Säure läßt sich am besten aus den finnländischen Tantaliten darstellen, in dem baierschen ist sie mit Niob- und Pelopsäure verbunden. Man schmelzt den finnländischen Tantalit mit schwefelsaurem Kali zusammen, zieht die Masse mit Wasser aus und übergießt die zurückbleibende unreine Säure mit Schwefelammonium, behandelt sie dann mit Salzsäure und schmelzt sie zur Befreiung von Wolframsäure und Zinnoxyd mit einem Gemenge von kohlensaurem Natron und Schwefel, und behandelt die

geschmolzene Masse mit Wasser und die ungelöste Säure mit Schwefelammonium.

Ein Tantaloxyd soll durch unvollkommene Reduction der Tantalsäure mit Kohlenstaub erhalten werden können. — Titanchlorid ist eine gelbe sublimirende Masse, welche bei 221 ⁰ zu einer gelben Flüssigkeit schmilzt.

Das Niobium ist ebenfalls ein schwarzes Pulver und wird aus den Chlorverbindungen dieses Elements erhalten. Es geht mit Sauerstoff zahlreiche Verbindungen ein, deren man sieben kennen will. Das Niobium findet sich als Niobsäure in dem Columbit. Diese Säure ist im reinen Zustande noch nicht bekannt. Nach frühern Angaben ist sie weiß, wird beim Erhitzen noch vorübergehend gelblich. Entzündet sich beim Glühen und entspricht einem spec. Gew. von 4,64 bis 5,25. Uebrigens sind selbst die neuesten Resultate angestellter Untersuchungen über diese Elemente und deren Verbindungen noch widersprechend.

Die Pelopsäure wird neuerdings für eine Oxydationsstufe desselben Metalls gehalten.

Wolfram

findet sich in der Natur nur sparsam als Säure im wolframsauren Kalk und im Wolframmineral. Das Metall ist eisengrau, spröde, sehr hart, höchstens strengflüssig, von 17,6 bis 18,2 spec. Gew. Durch Säuren schwer oxydirbar, verbrennt an der Luft erhitzt zu Wolframsäure, wird erhalten durch Reduction der Wolframsäure mittelst Wasserstoffgas durch Erhitzen. Früher als dichtes graues Pulver (welches zusammengeschmolzen Farbe und Glanz des Eisens erhält), in neuerer Zeit auf demselben Wege in Gestalt krystallinischer Körner gewonnen. Durch Reduction des Chlorwolframs erhält man es in Gestalt eines dichten Metallspiegels. — Das so erhaltene Wolfram von 16,54 spec. Gew. wird von keiner Säure angegriffen, selbst von Königswasser nicht, wird aber durch eine Mischung von Kalilauge mit unterchlorigsaurem Natron gelöst. Ferner erhält man es auch durch Reduction der Wolframsäure mittelst Kohle durch Glühen, so wie durch Reduction mittelst Wasserstoffgas aus zweifachwolframsaurem Kali, indem man das neutrale Salz mit Wasser behandelt. Das so erhaltene Wolfram ist glänzend, von 18,26 spec. Gew.

Verbindungen des Wolframs.

Wolframsäure (WO_3). Die wichtigste Oxydationsstufe, schwefelgelbes, geschmackloses Pulver, welches am einfachsten durch Zersetzung des wolframsauren Kalks oder Wolframminerals erhalten wird. Sie löst sich in Alkalilösungen und bildet damit krystallisirbare wolframsaure Salze, aus denen Säuren in der Wärme nicht ganz reine Wolframsäure niederschlagen. Das krystallisirte farblose Ammoniumoxydsalz hinterläßt beim Glühen an der Luft reine Wolframsäure, bei Ausschluß der Luft blaues wolframsaures Wolfram-

oxyd (WO_2, WO_3). In Berührung mit Zink und wässeriger Salzsäure wird die Wolframsäure zuerst tief blau und darauf in metallischglänzende, kupferrothe Blättchen von Wolframoxyd (WO_2) verwandelt. Dieses Oxyd entsteht auch durch schwaches Glühen der Säure in Wasserstoffgas als schön braunes Pulver.

Chlorwolfram, Wolframchlorür (WCl_2) bildet sich durch Verbrennen des metallischen Wolframs in Chlorgas; ist sehr flüchtig, sublimirt in rothen schmelzbaren Krystallen, zersetzt sich mit Wasser in braunrothes Oxyd und Salzsäure.

Molybdän

findet sich sparsam in der Natur, hauptsächlich als molybdänsaures Bleioxyd und Schwefelmolybdän. Das Molybdän ist silberweiß, stark glänzend, von 8,6 spec. Gew., höchst strengflüssig, in Salpetersäure unlöslich. Man stellt es aus dem Molybdänglanz und auch aus molybdänsaurem Bleioxyd (Gelb-Bleierz) dar. Aus dem Schwefelmolybdän wird es gewonnen, indem man dasselbe einer Röstung unterwirft, und die dadurch erhaltene unreine Molybdänsäure mit verdünnter Ammoniakflüssigkeit übergießt, die erhaltene Lösung zur Krystallisation abdampft und das so gewonnene Ammoniaksalz sehr mäßig bis zum Schmelzen erhitzt, daß Molybdänsäure zurückbleibt. Durch vorheriges Behandeln der Lösung mit Schwefelammonium entfernt man etwa vorhandenes Kupfer als Schwefelkupfer. — Die von demselben abfiltrirte Flüssigkeit wird verdampft und das rückständige Salz wieder in Ammoniakflüssigkeit gelöst und krystallisiren gelassen.

Uebrigens giebt es verschiedene Methoden, die hier nicht angeführt werden können.

Das Molybdän bildet 3 Oxyde: ein schwarzes Oxydul (MoO), ein braunes Oxyd (MoO_2), beide salzfähige Grundlagen und eine Säure (MoO_3). Die wichtigste Oxydationsstufe, die Molybdänsäure, ist weiß krystallinisch, stark glänzend, in der Glühhitze schmelzbar und in glänzenden Nadeln sublimirbar, löst sich in geringer Menge in Wasser, durch Wasserstoff in starker Hitze zu Metalloxyd reducirbar. Die molybdänsauren Alkalien sind farblos, auflöslich und krystallisirbar. Mit Salzsäure und Zink bildet sie eine tiefblaue Farbe von molybdänsaurem Molybdänoxyd.

Zweifach-Schwefelmolybdän (MoS_2) ist der in der Mineralogie beschriebene Molybdänglanz. Leitet man durch die Auflösung eines molybdänsauren Salzes Schwefelwasserstoffgas, so erhält man einen braunen Niederschlag von Dreifach-Schwefelmolybdän (MoS_3), welches nach dem Trocknen schwarz aussieht.

Mit dem Chlor bildet das Molybdän verschiedene Verbindungen. Das Molybdänchlorid ($MoCl_2$) bildet sich beim Erhitzen von Molybdänglanz in Chlorgas, so wie auch beim Ueberleiten des Gases über Zweifach-Schwefelmolybdän in höherer Temperatur. Ein tief-dunkelrothes Gas, welches sich zu

schwarzen metallglänzenden Krystallen verdichtet, unter Umständen aber auch in braunen Nadeln auftritt.

Vanadin

findet sich selten, hauptsächlich als vanadinsaures Bleioxyd und vanadinsaures Kupferoxyd in geringer Menge in Uranpecherz und manchen Eisenerzen. Dieses seltene Metall stellt ein schwarzes Pulver dar, welches unter starkem Druck Metallglanz erhält, aber auch als silberweißes, nach einer andern Methode röthlich-weißes, stark glänzendes, sprödes Metall gewonnen werden kann. Bei gewöhnlicher Temperatur und im Wasser oxydirt es sich nicht, aber bis zum Rothglühen erhitzt verbrennt es zu schwarzem Oxyd, welches nach längerem Glühen in Vanadinsäure übergeht. Man erhält das Vanadin durch Glühen des vanadinsauren Ammoniaks und durch Glühen der dadurch erhaltenen Vanadinsäure in einem Kohlentiegel, oder mit Kalium in einem Porzellantiegel.

Das Vanadin verbindet sich mit Sauerstoff zu einem metallischen, schwarzglänzenden, pulverförmigen Suboxyd (VO), zu einem schwarzen zusammengebackenen, pulverförmigen Oxyd (VO_2) und zu Vanadinsäure (VO_3), der wichtigsten Oxydationsstufe, ein ziegelrothes oder gelbrothes Pulver, welches nicht flüchtig, in Wasser wenig löslich, leicht schmelzbar ist, beim Erstarren krystallisirt, mit Basen farblose, gelbe und rothe Salze bildet. Man erhält sie durch Schmelzen vanadinhaltiger Mineralien mit Salpeter, wodurch in Wasser lösliches vanadinsaures Kali entsteht. Salmiak in seine Lösung gegossen, fällt daraus weißes pulverförmiges, vanadinsaures Ammoniumoxyd, welches beim Erhitzen Vanadinsäure liefert.

Die vielen verwickelten Methoden der Darstellung dieser Säure gründen sich fast sämmtlich auf die Unlöslichkeit des vanadinsauren Ammoniumoxyds.

Das Vanadium bildet mit dem Chlor ebenfalls verschiedene Verbindungen.

Chrom.

Das Chrom findet sich nur oxydirt in der Natur, hauptsächlich im Chromeisenstein, seltener als chromsaures Bleioxyd, in geringer Menge im Serpentin. Das Metall ist stahlgrau, sehr hart und spröde, im stärksten Gebläsefeuer kaum schmelzbar, schwer oxydirbar, in Säuren unlöslich, läßt sich durch Kohle aus dem Oxyd reduciren. Durch Kalium aus dem Chlorür reducirt, zeigt es sich leicht verbrennbar und ist in Salzsäure unter Wassergasentwickelung löslich.

Verbindungen des Chroms.

Chromoxydul (CrO) findet sich in der Natur in dem Pyroxen, einer Art Granit; man erhält es als braunes Hydrat durch Fällung des Chromchlorürs mit Kali.

Chromoxyd (Cr_2O_3), graues unschmelzbares Pulver oder grauschwarze,

halbmetallisch glänzende, äußerst harte Krystalle. Ist nach dem Glühen fast unlöslich. Durch Wasserstoffgas nicht, durch Kohle nur in strenger Weißglühhitze reducirbar. Mit Kali, Natron, Salpeter oder chlorsaurem Kali geschmolzen wird es zu Chromsäure oxydirt. Es bildet mit Wasser ein Hydrat, aus welchem durch Erhitzen das Oxyd erhalten wird, welches auch durch Erhitzen von chromsaurem Quecksilberoxydul gewonnen werden kann, so wie durch Glühen von chromsaurem Kali mit Schwefel und Ausziehen der geglühten Masse. Das krystallinische Chrom erhält man durch Erhitzen von Chromsuperchlorid mit Chromsäure in einer Porzellanretorte. — Die Krystalle haben ein spec. Gew. von 5,21. Das Chromoxyd macht den färbenden Bestandtheil des Smaragds aus und wird als grüne Farbe auf Porzellan benutzt.

Chromoxydhydrat ($Cr_2O_3 + 3\,HO$) ist von hellgrauer bis schwarzgrauer Farbe und löst sich in Säuren, damit Salze bildend. Die Lösung ist gewöhnlich röthlich-blau, geht aber beim Erhitzen in eine grüne über. Man erhält das Chromoxydhydrat durch Fällen einer Chromoxydlösung mittelst Ammoniak oder durch Reduction eines chromsauren Salzes durch Kochen mit Salzsäure und einer organischen Substanz.

Chromsuperoxyd (CrO_2), ein dunkelbraunes Pulver, welches durch gelindes Erhitzen von salpetersaurem Chromoxyd oder eines Gemenges von Chromoxydhydrat mit Chromsäure erhalten wird.

Chromsäure (CrO_3) findet sich im chromsauren Bleioxyd, bildet im reinen Zustande lebhaft-rothe Krystalle, zerfließt an der Luft, schmeckt sauer und herbe, färbt die Haut gelb, löst sich in Wasser leicht mit gelber Farbe, schmilzt beim Erhitzen, zersetzt sich aber bei 300° im Chromoxyd und Sauerstoff, wird durch organische Körper zu Chromoxyd reducirt und bildet mit concentrirter Schwefelsäure eine rothe krystallisirbare, leicht zerfließbare Verbindung. Bildet mit Salzsäure eine Art Königswasser, indem sich Chromchlorid und Wasser bildet, während freies Chlor in der Flüssigkeit gelöst bleibt. Sie bildet mit Basen gefärbte Salze; man stellt sie durch Destillation von chromsaurem Bleioxyd, Flußspath und concentrirter Schwefelsäure dar, einfacher durch Zersetzung von chromsaurem Kali mit Flußsäure.

Ueberchromsäure (Cr_2O_7) ist nur in feiner blauer Lösung in Aether bekannt und wird durch Zusammenbringen seiner Lösung mit Wasserstoffsuperoxyd erhalten.

Schwefelchrom (Cr_2S_3) bildet sich durch Erhitzen des Chlorürs in Schwefelwasserstoffgas oder durch Zusammenschmelzen von Chromoxyd mit Schwefelkalium bei sehr starker Hitze. Es ist eisengrau, halbmetallglänzend.

Chlorchrom:

a. Chromchlorür ($CrCl$) entsteht durch Glühen in Wasserstoffgas, ist weiß und mit blauer Farbe in Wasser löslich.

b. Chromchlorid (Cr_2Cl_3) wird in pfirsichblüthfarbenen Krystallschuppen durch Glühen von Chromoxyd in Kohle erhalten. Es ist in Wasser unlöslich, durch Zusatz einer geringen Menge Chromchlorür wird es aber leicht löslich; die Lösung ist von grauer Farbe.

c. Chromsuperchlorid ($C\,Cl_3$) ist für sich unbekannt. Uebergießt man ein aus 3 M.-G. Kochsalz und 3 M.-G. chromsaurem Kali zusammengeschmolzenes Gemenge mit 12 M.-G. concentrirter Schwefelsäure, so destillirt unter Kochen eine blutrothe bei 120° siedende Flüssigkeit über, welche eine Verbindung von Chromsuperchlorid mit Chromsäure ist, die Alkohol entzündet und sich mit Wasser in Chromsäure und Salzsäure zersetzt.

Chromoxydsalze. Von diesen ist der Chromalaun, ein Doppelsalz von schwefelsaurem Kali und schwefelsaurem Chromoxyd ($KO, SO_3 + Cr_2O_3, 3\,SO_3 + 24\,HO$) zu erwähnen. Dieses Salz krystallisirt wie der Thonerdealaun mit Oktaëdern, in amethystrother Farbe. Es löst sich in Wasser mit grünlich-violetter Farbe. Beim Erhitzen wird die Lösung grün und hält dann beide Salze getrennt. Man stellt den Alaun am einfachsten dar, indem man 3 Th. einer gesättigten Lösung von neutralem chlorsaurem Kali zuerst mit 1 Th. concentrirter Schwefelsäure und dann mit 2 Th. Alkohol allmälig versetzt. Aus dieser Lösung krystallisirt der Chromalaun heraus.

Chromsaure Salze:

Neutrales chromsaures Kali (KO, Cr_3). Citronengelbe, undurchsichtige, sechsseitige Säulen, luftbeständig, im Wasser leicht löslich und außerordentlich färbend. Wird z. B. erhalten, indem man Chromeisenstein mit Salpeter zusammenschmilzt, die erkaltete Masse mit Wasser auszieht und die Lösung bis zur Salzhaut abdampft.

Zweifach-chromsaures Kali ($KO, 2\,CrO_3$) krystallisirt in dunklen orangerothen Tafeln, welche wasserfrei, in Alkohol unlöslich und in Wasser löslich sind. Man stellt dieses Salz dar, indem man zu der Lösung eines neutralen Salzes so lange Salpetersäure setzt, bis dieselbe eine rothe Farbe angenommen hat. Beim Abdampfen der Lösung erhält man das Salz in schönen Krystallen. Es bildet ein wichtiges Material zu gelben und rothen Farben und wird fabrikmäßig aus dem Chromeisenstein gewonnen, indem man das gepulverte Erz mit Potasche und Salpeter in Flammenöfen schmelzt, das dadurch gebildete neutrale Salz mit Wasser auslaugt und die Lösung mit Salpetersäure oder Essigsäure sauer macht und dann krystallisiren läßt.

Chromsaures Bleioxyd (PbO, CrO_3) findet sich in der Natur als Rothbleierz in schön gelbrothen Krystallen. Künstlich erhält man es als einen gelben pulverförmigen, in Wasser unlöslichen Niederschlag durch Zersetzung von essigsaurem Bleioxyd mit neutralem chromsauren Kali. Dieser Niederschlag ist das bekannte Chromgelb und entspricht im neutralen Zustande der obigen Formel. Behandelt man dasselbe in der Siedhitze mit verdünnter Kalilauge, so erhält

man eine zinnoberrothe, basische Verbindung ($2PbO + CrO_3$), das sogenannte Chromroth, welches krystallinisch erhalten wird, wenn man in schmelzenden Salpeter neutrales chromsaures Bleioxyd einträgt und die erkaltete Masse mit Wasser auszieht.

Chromsaures Silberoxyd (AgO, CrO_3), ein purpurrothes krystallinisches Pulver, welches durch Fällung einer Lösung von chromsaurem Kali mit salpetersaurem Silberoxyd erhalten wird.

Chromsaures Quecksilberoxydul ($2Hg_2O, CrO_3$), ein neutrales, schönrothes, krystallinisches Salz, welches erhalten wird, wenn man basisches Oxydulsalz ($2Hg_2O, CrO_3$) mit verdünnter Salpetersäure erhitzt. Dieses basische Salz bildet sich durch Fällung von salpetersaurem Quecksilberoxydul mit neutralem chromsaurem Kali in Gestalt eines rothen Niederschlags.

Chromsaures Quecksilberoxyd ($3HgO, CrO_3$). Wird in Form eines ziegelrothen Niederschlags durch Fällung von Quecksilberchlorid mit neutralem chromsaurem Kali erhalten.

II. Chemie

der organischen Verbindungen. (Charakteristik der chemischen Verbindungen.)

Der allgemeine Theil dieses Werkes hat im ersten Capitel bereits über den Charakter unorganischer und organischer Körper belehrt und auch mitgetheilt, daß hinsichtlich der chemischen Zusammensetzung zwischen dem unorganischen und organischen Reiche eine Verschiedenheit obwaltet, und daher machen diejenigen Stoffe den Gegenstand der organischen Chemie aus, welche den Bau der organisirten Wesen, so wie die aus denselben durch chemische Einflüsse hervorgegangenen Erzeugnisse bilden. Wir wissen, und zwar ist es schon lange bekannt, daß die organischen Gewebe aus einer beschränkten Anzahl von Elementen und fast ausschließlich aus nur 4 einfachen Grundstoffen bestehen. Es ist im Vorliegenden wiederholt erwähnt worden, daß diese 4 Elemente Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff sind.

Bilden nun auch diese 4 Elemente ohne Zweifel den hauptsächlichsten Bestandtheil der organischen Gewebe, bestehen ferner solche Erzeugnisse, wie Holzfaser, Stärkemehl, Zucker, Gummi, Fette, Oele, so wie viele organische Säuren nur aus den 3 zuerst genannten Elementen, nämlich dem Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, so darf doch nicht außer Acht gelassen werden, daß auch andere Elemente für das Bestehen der organischen Körper erforderlich sind und manche Verbindungen des unorganischen Reichs, wie z. B. der phosphorsaure Kalk in organischen Körpern z. B. in den Thierkörpern, in beträchtlicher Menge vorkommen. Die Pflanze hat bekanntlich Mineral- oder Salzverbindungen

zu ihrem Wachsthume nöthig, welche beim Verbrennen derselben die Asche bilden. Hierher gehören als unorganische Basen, Kalk, Natron, Kalkerde, Talkerde, so wie in seltenern Fällen die Eisen- und Manganoxyde, als Säuren und Salzbilder, die Phosphorsäure, Schwefelsäure, Chlor, Jod und Fluor ꝛc. Sodann enthalten auch die Wurzeln der Pflanzen und noch mehr ihr Same, gewisse bekannte Verbindungen, wie das Eiweiß, den Faserstoff und den Pflanzenkäsestoff (Legumin), welche durchaus wesentliche Antheile von Schwefel und außerdem phosphorsaure Alkalien und Erden mit sich führen. Endlich bestehen die Knochen der Thiere nicht allein aus phosphorsaurer Kalkerde, sondern auch aus phosphorsaurer Talkerde und Fluorcalcium, ferner ist Eisen ein unfehlbarer Bestandtheil des Blutes, außer den 4 erwähnten Grundstoffen des organischen Reiches. Als nicht weniger wesentlich für dasselbe sind folgende Elemente zu betrachten: Kalium, Natrium, Calcium, Magnium, Eisen, Mangan, Phosphor, Schwefel, Chlor, Brom, Jod, Fluor, Kiesel. Wir finden demnach noch eine Anzahl der Elemente des unorganischen Reiches in dem organischen, und die Verschiedenheit liegt hauptsächlich darin, daß die in dem unorganischen Reiche vorherrschenden Elemente, was ihre Menge anbetrifft, etwa in folgender Reihenfolge aufgeführt werden können, nämlich: Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Kiesel, Chlor, Natrium, Aluminium, Kohlenstoff und Eisen, denen dann Kalium, Calcium, Magnium, Schwefel, Phosphor, Jod und Fluor folgen; dagegen ist in dem organischen Reiche, hinsichtlich der Häufigkeit des Vorkommens die Ordnung etwa so: Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Kalium, Calcium, Phosphor, Kiesel, Schwefel, Natrium, Chlor, Eisen, Jod, Fluor und endlich das Aluminium, welches in dem Reiche unorganischer Körper so außerordentlich verbreitet ist, aber in organischen Verbindungen kaum jemals angetroffen wird. Kommt es vor, so ist dieses vielleicht nur zufällig.

Solche Betrachtungen zeigen offenbar, daß zwischen der unorganischen und organischen Chemie hinsichtlich der Natur der betheiligten Elemente kein wesentlicher Unterschied gemacht werden kann. Auch finden wir, hinsichtlich der herrschenden Gesetze der Verbindungen und Zersetzungen in beiden Bereichen der Chemie dieselben wirkenden Affinitäten. Dagegen haben jedoch die organischen Gewebe und ihre Producte im Allgemeinen eine mehr verwickelte Zusammensetzung als die unorganischen Verbindungen, indem sie eine bedeutende Anzahl von Aequivalenten und folglich höhere Atomenzahlen haben. Als der triftigste und wissenschaftlichste Unterschied zwischen der unorganischen und organischen Chemie tritt der Ursprung der Thier- und Pflanzenkörper, so wie das Vorherrschen des Kohlenstoffs in denselben hervor.

Sind auch die oben angeführten Elemente des unorganischen Reichs auch organischen Verbindungen gemein, so werden doch die letztern unter besondern Umständen gebildet, so daß wir sie meistentheils auf künstlichem Wege nicht nachahmen können.

Hat es auch die Chemie dahin gebracht, gewisse Verbindungen, welche als Producte des organischen Lebens vorkommen, wie z. B. Harnstoff, Ameisensäure ꝛc., künstlich darzustellen, so bedürfen wir doch meistens dazu eines organischen Erzeugnisses. Besonders aber ist zu beachten, daß man noch nicht erreicht hat, ein organisirtes Gewebe oder irgend eine der Verbindungen, aus denen die Gewebe bestehen, wie z. B. das Eiweiß auf künstlichem Wege hervorzurufen. Jene Verbindungen, welche künstlich nachgebildet werden, sind ferner beständig Producte der Zersetzung oder vielmehr Absonderung der organischen Körper und nicht so zusammengesetzt, wie die eigentliche organisirte Structur. Demnach sind gewisse Umstände, besonders die Lebenskraft, für die Thätigkeit der Verwandtschaften in den organisirten Wesen erforderlich, um die sogenannten organischen Verbindungen hervorzurufen, welche so weit, als sie fähig sind, in die Zusammensetzung der organischen Gewebe einzugehen, nicht künstlich nachgebildet werden können.

Was das Vorwalten des Kohlenstoffs in den organischen Verbindungen anbetrifft, so muß bemerkt werden, daß, so wie dieser Kohlenstoff mit 3 Gasen, dem Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff vereinigt ist, derselbe mit einem jeden derselben gasförmige Verbindungen bildet; aber auch, daß immer die letzteren Elemente unter einander Verbindungen, wie Wasser und Ammoniak bilden, welche ebenfalls flüssig sind. Ferner ist auch die Einwirkung höherer Temperatur auf organische Verbindungen sehr charakteristisch, indem dieselben, bei freiem Luftzutritt einer Glühhitze ausgesetzt, bis auf die Asche oder vielmehr die Mineralsubstanzen vollständig verbrennen, und, in verschlossenen Gefäßen erhitzt, verkohlt werden, indem eine Abscheidung eines Theils ihres Kohlenstoffs erfolgt, während der größere Theil in Gestalt flüchtiger Producte entweicht.

In die Reihe der organischen Verbindungen gehören ferner auch viele Substanzen, die wir in der Natur nicht antreffen, die aber erhalten werden, wenn man wirkliche organische Erzeugnisse verschiedenen Einflüssen unterwirft, z. B. der Einwirkung einer höhern Temperatur oder wie man zu sagen pflegt, der zerstörenden Destillation aussetzt oder gewisse Säuren und Elemente einwirken läßt, wodurch man eine beträchtliche Anzahl neuer Verbindungen erzielt.

Die organischen Körper bestehen meistens aus mehr als zwei Elementen, sie sind entweder ternäre oder quaternäre Verbindungen. Als Beispiele binärer Verbindungen, welche aus Kohlenstoff und Sauerstoff bestehen, können die Kleesäure ($C_2 O_3$), die Mesoxalsäure ($C_3 O_4$), die Honigsteinsäure ($C_4 O_3$) ꝛc. als Beispiele binärer Verbindungen, welche aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehen, das Äthyl ($C_4 H_5$), Terpentinöl ($C_{10} H_8$), Steinöl ($C_{20} H_8$); als aus Kohlenstoff und Stickstoff bestehende binäre Verbindung, das Cyan ($C_2 N$) angeführt werden. — Ternäre Verbindungen sind z. B. der Alkohol ($C_4 H_6 O_2$), die Essigsäure ($C_4 H_4 O_4$); Beispiele quaternärer Verbindungen das Senföl ($C_8 H_5 NS_2$), der Harnstoff ($C_2 H_4 N_2 O_2$).

Hinsichtlich der Constitution der verschiedenen Verbindungen hat man verschiedene Theorien aufgestellt:

1) die Radikalentheorie;
2) die Substitutions- oder Ersetzungstheorie;
3) die Theorie der homologen Reihen;
4) die Kerntheorie, und
5) die Lehre von den Paarlingen.

Die Radikalentheorie

nimmt die organischen Verbindungen, den unorganischen gleich, als aus einem Radikal elektro-positiver Natur, mit Sauerstoff oder einem andern elektro-negativen Körper verbunden, bestehend an. Die Radikale oder elementaren Grundlagen der unorganischen Verbindungen sind jedoch einfache Stoffe, während die Radikale der organischen zusammengesetzte Körper sind. Ein zusammengesetztes Radikal ist eine Substanz, welche, obgleich sie zwei oder mehrere Elemente enthält, Verbindungen mit Elementarstoffen in einer Weise damit eingeht, als ob sie selbst ein Elementarstoff wäre; so daß sie unter gewöhnlichen Umständen die Rolle eines Elements spielt. Nimmt man nach einer schon früher angeregten Theorie an, daß sämmtliche unorganische Säuren nur als Wasserstoffsäuren zu betrachten seien, so haben wir freilich auch die Existenz von zusammengesetzten Radikalen in unorganischen Verbindungen anzunehmen, wie z. B. SO_4 als das Radikal der Schwefelsäure und NO_6 als das der Salpetersäure, während nach der Theorie der einfachen Radikale die erstere als aus 1 M.-G. Schwefel und 3 M.-G. Sauerstoff $+ HO$; die wasserhaltige Salpetersäure als $NO_5 + HO$ angenommen wird, wie aus Früherem hervorgeht, während nach jener Ansicht diesen Verbindungen die Formel $SO_4 + H$ und $NO_6 + H$ gebühren würde. Die erste Veranlassung zur Annahme organischer Radikale wurde dadurch geliefert, daß das Cyan als zusammengesetzter Körper, aus Kohlenstoff und Stickstoff bestehend, die Rolle eines einfachen Elements spielte und sich in seinen Verbindungen ganz wie das Chlor, Brom und Jod verhielt. Man suchte nun diese Radikalentheorie auf möglichst viele organische Körper auszudehnen und nannte die organische Chemie die Chemie der zusammengesetzten Radikale. Als ein solches dem Cyan ähnliches Radikal kann das Mellon ($C_5 N_4$) angeführt werden und auch das Schwefelcyan ($C_2 NS_2$); obgleich es drei Elemente enthält, spielt es eben dieselbe Rolle wie das Chlor und Cyan. Das Cyan bildet, wie das Chlor, mit Wasserstoff, Chlorwasserstoffsäure, mit demselben die Cyanwasserstoffsäure oder Blausäure, als Schwefelcyan, mit dem Wasserstoff die Rhodanwasserstoffsäure (Schwefelblausäure). Einige organische Radikale scheinen dem Kohlenstoff, Schwefel, Phosphor in ihrem Zusammenhange mehr zu gleichen, indem sie mit dem Sauerstoff und auch mit dem Wasserstoff, ebenso, wie jene, mit nichtmetallischen Elementen Säuren bil-

den, und außerdem fähig sind, mit Chlor, Jod ꝛc. Verbindungen einzugehen. Solche Radikale sind z. B. das Acetyl ($C_4 H_3$), das Radikal der Essigsäure, welche in wasserfreiem Zustande $C_4 H_3 + O_3$ entspricht, ferner das Formyl ($C_2 H$), das Radikal der Ameisensäure in wasserfreiem Zustande $C_2 H + O_2$, sodann das Kohlenoxyd (CO) oder vielmehr dessen polymere Modification $= C_2 O_2$, das Radikal der Oxalsäure, welche in wasserfreiem Zustande $C_2 O_2 + O$ entspricht. Außerdem giebt es zusammengesetzte organische Radikale, welche die Rolle eines Metalles spielen, indem sie mit Chlor, Jod, Schwefel, Cyan ꝛc. Salze bilden und mit Sauerstoff Verbindungen hervorrufen, die den Metalloxyden ähnliche basische Eigenschaften besitzen. Solche Radikale sind das Aethyl $C_4 H_5$, Methyl $C_2 H_3$, die Radikale des Aethers und der Holzessigsäure. Der Acetylgruppe gleich, bilden manche andere Radikale Säuren, aber keine Basen, wohl aber mit Chlor, Schwefel, Cyan ꝛc. Verbindungen, die denjenigen durch die Aethylgruppe gebildeten gleich sind. Hierher gehört z. B. das Benzoyl, das Radikal der Benzoësäure, das Cinnamyl, das Radikal der Zimmtsäure und mehrere andere. Diese kurzen Andeutungen zeigen, daß es ebenso auch verschiedene Arten und Gruppen von zusammengesetzten Radikalen wie von einfachen giebt, ferner aber auch zeigen sie ein wirkliches Streben derselben, sich mit einfachen Radikalen zu verbinden, und daß sie in der That die Rolle einfacher Körper spielen. Sie verbinden sich endlich unter einander, wodurch rücksichtlich ihres Verhaltens ebenfalls ein Beweis für ihre große Aehnlichkeit mit einfachen Körpern geliefert wird.

Die Bildung der zusammengesetzten Radikale geschieht hauptsächlich durch die Pflanzen, zuweilen auch durch den Lebensproceß der Thiere; andere aber werden durch Kunst aus Erzeugnissen des Lebens erhalten, und zwar gewöhnlich in der Art, daß zusammengesetzte Radikale durch künstliche Einwirkung gespalten oder vereinfacht werden; nur selten gelingt das Gegentheil, nämlich der Aufbau verwickelter Radikale aus einfacheren, der Kunst. Der häufigste Einwurf, welcher der Radikalentheorie gemacht worden ist, besteht darin, daß die vermeintlichen Radikale bis jetzt nur noch zum geringen Theil dargestellt worden sind; jedoch sind das Cyan, Kakodyl, Aethyl, Methyl, Amyl, Valyl (das Radikal der Valeriansäure), ein antimonhaltiges Radikal, das Stibäthyl, in freiem Zustande bekannt. Außerdem erleichtert die Radikalentheorie die Auffassung des Zusammenhanges großer Gruppen von organischen Körpern in einer außerordentlichen Weise und stellt eine gewisse Uebereinstimmung mit den in der unorganischen Chemie geltenden Ansichten her, so daß trotz jener Einwürfe sie nicht verworfen werden darf.

Substitutions- oder Ersetzungstheorie.

Unter Substitution versteht man eine Ersetzung oder Vertretung, bei welcher durch die Einwirkung eines Elements oder einer unorganischen Verbindung irgend ein Element des organischen Körpers aufgenommen, der Kohlen-

stoff der organischen Verbindung ganz oder theilweise entzogen wird. — An die Stelle des ausgeschiedenen Elements tritt ein anderes Element oder eine unorganische Verbindung. Man hat angenommen, daß es in den organischen Verbindungen gewisse Typen giebt, von denen ein jedes Element nach und nach durch ein anderes ersetzt werden kann. Tritt aus einer Type ein Element aus, ohne daß dasselbe durch ein anderes Element ersetzt wird, so entsteht ein neuer chemischer Typus. Wird dagegen der entzogene Bestandtheil äquivalentenweise durch einen andern Körper ersetzt, so bleibt sein Molekül unverändert, indem die Lücken, welche durch den Austritt des einen Körpers entstehen, sogleich wieder durch den Eintritt eines andern ausgefüllt werden. Um uns einen Begriff von einer chemischen Type zu machen, haben wir zunächst einige Blicke auf die unorganische Chemie zu werfen, indem diese uns z. B. die Chlorwasserstoffsäure als die Type einer zahlenreichen Klasse von Typen bietet, deren Charakter sich dahin ausspricht, daß sie Wasserstoff mit einem Salzbilder verbunden enthalten. Ersetzen wir nun das Chlor durch Jod, Brom oder sogar Cyan, so bleibt die Type unverändert, denn die Verbindung ist ebenfalls nur eine Säure und zwar analog der, welche als Type gewählt wurde.

Als Beispiel der Substitution in der organischen Chemie kann z. B. die Essigsäure $C_4\,H_3\,O_3 + HO$ angeführt werden, indem die 3 Wasserstoff-Aequivalente in der wasserfreien Säure durch Chlor zu ersetzen sind, so daß eine Verbindung von $C_4\,Cl_3\,O_3$, HO entsteht, in welcher die Type so wenig berührt wird, daß diese Verbindung, nämlich die Chloressigsäure im höchsten Grade analoge Eigenschaften mit denjenigen der Essigsäure zeigt. Hieraus geht offenbar hervor, daß das Chlor dieselbe Function übernimmt wie der Wasserstoff, welches es ersetzt. Ferner können in dem Aldehyd $(C_4\,H_3)\,O + HO$ die 3 Wasserstoff-Aequivalente in dem Radikal $C_4\,H_3$ durch 3 Aeq. Chlor ersetzt werden; so haben wir dann das Chloral $(C_4\,Cl_3)\,O + HO$, einen Körper derselben Type, welcher das Aldehyd angehört.

Die Substitution des Wasserstoffs kann ferner stattfinden durch Sauerstoff (Alkohol und Sauerstoff liefern Essigsäure und Wasser, das Fuselöl der Kartoffeln, Baldriansäure und Wasser), durch Metall (Essigsäure mit Silberoxyd giebt, unter Abscheidung von Wasser, Essigsäure, in welcher 1 Aeq. Wasserstoff durch 1 Aeq. Silber ersetzt worden ist: $C_4\,H_4\,O_4 + AgO = C_4\,\left.\begin{matrix}H_3\\Ag\end{matrix}\right\}O + HO$). Im Ammoniak, NH_3, kann der Wasserstoff theilweise oder völlig durch gewisse zusammengesetzte Gruppen oder zusammengesetzte Radikale vertreten werden, wodurch eine Klasse von organischen Basen entsteht, welche mit dem Ammoniak die größte Aehnlichkeit haben. So z. B. das Methylamin $(C_2\,H_5\,N)$, in welchem 1 Aeq. Wasserstoff durch das Radikal Methyl $(C_2\,H_3)$ ersetzt worden ist, ferner das Aethylamin $C_4\,H_7\,N$, in welchem 1 Aeq. Wasserstoff durch das Radikal Aethyl $(C_4\,H_5)$ ersetzt worden ist.

Diese wenigen Beispiele werden genügen, um von der Substitution ein ungefähres Bild zu liefern, und es mag außerdem bemerkt werden, daß die Lehre von den Radikalen durch die Ersetzungstheorie keineswegs aufgehoben ist; beide Lehren lassen sich jedoch nur dann nicht mit einander vereinbaren, wenn man die organischen Radikale als ohne Vernichtung ihrer wesentlichen Natur nicht veränderliche Atomengruppen ansieht, worin also eine Zersetzung nicht ohne die bedeutendsten Aenderungen in der Constitution und ganzen chemischen Natur denkbar wäre, und wenn man ferner an einer schroffen Durchführung der elektro-chemischen Theorie festhalten wollte.

Kerntheorie.

Dieser, aus der Ersetzungstheorie hervorgegangenen Lehre zufolge, hat man die organischen Verbindungen als aus Verbindungen von Kohlenstoff und Wasserstoff bestehend, oder als hervorgegangen zu betrachten, indem die Wasserstoff-Aequivalente durch andere Elemente ersetzt werden können. Man pflegt daher die ursprünglichen Kohlenwasserstoffe Ur- oder Stammkerne zu nennen, während man diejenigen Verbindungen, deren Wasserstoff ganz oder theilweise durch andere Körper ersetzt wird, als abgeleitete Kerne bezeichnet. Das Wesentliche der abgeleiteten Kerne ist, daß die Aequivalentzahl und die Anordnung der Elemente oder deren ersetzende Bestandtheile dem Stammkerne entspricht, während die Art derselben nicht berücksichtigt zu werden braucht. Nehmen wir z. B. einen Kohlenwasserstoff (CH_4) beispielsweise als Stammkern an, so würden wir unter Anderm CH_3Br, in welchem 1 Aeq. Wasserstoff durch 1 Aeq. Brom ersetzt worden ist, als einen abgeleiteten Kern zu betrachten haben. Denken wir uns ferner einen Kohlenwasserstoff C_2H_2 so angeordnet: $\begin{matrix}(C)\\(H)(H)\\(C)\end{matrix}$ und lassen Chlor auf denselben einwirken, so würde es möglich sein, 2 abgeleitete Kerne $\begin{matrix}(C)\\(Cl\,H)\\(C)\end{matrix}$ und $\begin{matrix}(C)\\(Cl\,Cl)\\(C)\end{matrix}$ zu erhalten, in denen das Chlor nicht nachgewiesen werden kann. Verbinden sich hingegen die Stammkerne ohne Veränderung mit Chlor, nämlich: $\begin{matrix}(C)\\(H)(H)\\(C)\end{matrix} + Cl$, so ist das Chlor durch Reagentien zu erkennen.

Diese außerordentliche einfache Auffassung, in Betreff der Theorie der Chemie der organischen Verbindungen, hat unverkennbar eine große Bedeutung für die Radikalentheorie; dennoch darf sie nicht als allgemein durchgreifend betrachtet werden, da die uns bekannten Thatsachen ihr nicht überall einen Platz einräumen.

Die Lehre von den Paarlingen.

Diese, mit der Radikalentheorie ebenfalls nicht weniger vereinbare Vorstellungsweise von der Constitution in der organischen Verbindung gründet sich darauf, daß ein chemisch-wirksames Oxyd sich mit einem zusammengesetzten Körper verbinden kann und dabei seinen Charakter behauptet. Werden auch die Eigenschaften des Oxydes durch den hinzugetretenen Körper abgeändert, so wird doch die chemische Natur desselben nicht aufgehoben und deshalb betrachtet man jene als Paarlinge.

Als chemisch-wirksames Oxyd ist besonders die Schwefelsäure, ferner aber auch die Phosphorsäure, Salpetersäure, Oxalsäure rc. für solche Paarungen geeignet. Unter die Paarlinge dürfen nach Berzelius zusammengesetzte Radikale oder binäre, nicht oxydirte Körper, wie z. B. Kohlenwasserstoff, Amid- und Imidverbindungen, Chlorverbindungen und Oxyde rc. gezählt werden. Eine gepaarte Säure ist z. B. nach Berzelius die Essigsäure, indem man sie als eine Verbindung von Oxalsäure ($C_2 O_3$) + Methyl ($C_2 H_3$) + HO ansieht. Als Beispiel gepaarter Basen könnten wir unter anderen das Piperin und Caffein ansehen.

Homologie oder die Lehre von den Homologen.

Um endlich die organischen Körper zu classificiren, hat man je nach der analogen Zusammensetzung und den correspondirenden Eigenschaften der Verbindungen homologe Reihen gebildet. Eine Reihe von Verbindungen nennt man nämlich dann eine homologe, wenn ein jedes Glied derselben von dem andern sich nur durch eine gewisse Anzahl der Kohlenstoff- und Wasserstoff-Aequivalente oder durch ein Vielfaches derselben unterscheidet. Die Kenntniß der Zusammensetzung der chemischen Funktionen und Metamorphosen eines einzigen Körpers aus einer homologen Gruppe läßt die entsprechenden Verhältnisse aller anderen dahin gehörenden voraussehen. Am meisten sind in dieser Hinsicht die Verbindungen studirt worden, welche in der Zusammensetzung unter einander die Beziehung zeigen, daß der eine sich durch die Formel des andern plus Cn Hn ausdrücken läßt; ist dies der Fall, so sind derartige Substanzen auch mit analogen Eigenschaften begabt. Sämmtliche organische Verbindungen bilden der Theorie der Homologen zufolge eine große Skala, deren oberste Stufen die sehr zusammengesetzten organischen Substanzen, die eiweißartigen Körper einnehmen. Die untersten Stufen füllen die Ameisensäure, Oxalsäure und der Holzgeist aus. Sehr wichtig sind für die Lehre von den Homologen als Beispiele, namentlich verschiedene Klassen von Kohlenwasserstoffen, so wie die große Zahl von Säuren, die Cn Hn + O_4 entsprechen, zwei Reihen Alkohole, die correspondirenden Substitute homologer Kohlenwasserstoffe z. B. von $C_4 H_4$ und $C_6 H_6$ u. s. w.

Es lassen sich nach der bezeichneten Lehre in der organischen Chemie Reihen construiren, ohne daß es nöthig ist, alle Glieder derselben zu kennen, und

der Vorzug dieser Classification liegt nicht allein darin, bekannte Körper methodisch zu gruppiren, als vielmehr darin, die Existenz unbekannter Körper vorauszusehen, die hauptsächlichsten Eigenschaften derselben und den Platz den sie einnehmen, im Voraus zu wissen. So kennt man verschiedene Alkohole, ihre spec. Gewichte, ihre Siedepunkte, die Säuren, die durch ihre Oxydation entstehen, die Kohlenwasserstoffe, die sich durch die Einwirkung wasserentziehender Mittel bilden u. s. w. Durch die Reihen-Classification sieht man die Existenz einer großen Anzahl ähnlicher Alkohole voraus, wie z. B. aus der weiter unten aufgeführten Tabelle der Alkohole ersichtlich ist.

Die allgemeine Formel dieser Alkohole, von denen ein großer Theil noch nicht entdeckt worden ist, entspricht $CnHn + 1O, HO$ oder $Cn(Hn + 2)O_2$. Sie sind flüchtige Flüssigkeiten, deren Siedepunkt mit dem Gehalte an Kohlenstoff steigt, flüchtige, schmelzbare, feste Körper, wenn der Kohlenstoff einen gewissen höheren Gehalt übersteigt. Sowohl der Schmelz- und Siedepunkt derselben, als auch die Dichtigkeit ihrer Dämpfe weichen um eine gewisse Anzahl Grade ab, wenn von Neuem C_2H_2 aufgenommen werden.

Zu diesen Homologen gehören:

Methylalkohol (Holzgeist) . .	$C_2 H_4 O_2$
Aethylalkohol (Weingeist) . .	$C_4 H_6 O_2$
Butylalkohol	$C_8 H_{10} O_2$
Amylalkohol (Fuselöl)	$C_{10} H_{12} O_2$
Caprylalkohol	$C_{16} H_{18} O_2$
Cetylalkohol	$C_{32} H_{34} O_2$
Cerotylalkohol	$C_{54} H_{56} O_2$
Melylalkohol	$C_{60} H_{62} O_2$.

Diese Tabelle belehrt uns, daß in der Reihe C_6 und C_{14} fehlen. Durch Aufnahme von 4 O und Ausscheidung von 2 HO bilden sich aus diesen Alkoholen Säuren. Ersetzen wir z. B. in der Ameisensäure $C_2 H_2 O_4$ 1 Aeq. H durch 1 Aeq. Methyl C_2H_3, oder verbinden noch mit der vielleicht darin enthaltenen Oxalsäure 1 Aeq. Aethyl (C_4H_5), so erhält man das nächste Glied einer homologen Reihe von Säuren, die man mit dem Namen der flüchtigen Fettsäuren bezeichnet, welche der Formel: $CnHn + O_4$ entsprechen. Zu dieser Gruppe gehören:

Ameisensäure	$C_2 H_2 O_4$
Essigsäure	$C_4 H_4 O_4$
Metacetonsäure (Propionsäure) . . .	$C_6 H_6 O_4$
Buttersäure	$C_8 H_8 O_4$
Valeriansäure	$C_{10} H_{10} O_4$
Capronsäure	$C_{12} H_{12} O_4$
Oenanthylsäure	$C_{14} H_{14} O_4$
Caprylsäure	$C_{16} H_{16} O_4$

Pelargonsäure	$C_{18}H_{18}O_4$
Caprinsäure	$C_{20}H_{20}O_4$
Ricinostearinsäure	$C_{22}H_{22}O_4$
Laurinsäure	$C_{24}H_{24}O_4$
Cocinsäure	$C_{26}H_{26}O_4$
Myristicinsäure	$C_{28}H_{28}O_4$
Stillistearinsäure?	$C_{30}H_{30}O_4$
Palmitinsäure	$C_{32}H_{32}O_4$
Margarinsäure	$C_{34}H_{34}O_4$
Stearinsäure	$C_{36}H_{36}O_4$
Balensäure	$C_{38}H_{38}O_4$
Arachinsäure	$C_{40}H_{40}O_4$
Behensäure	$C_{42}H_{42}O_4$
Cerotinsäure	$C_{54}H_{54}O_4$
Melissinsäure	$C_{60}H_{60}O_4$.

Entfernt man aus den oben angeführten Alkoholen 1 Aeq. HO, so entstehen daraus die entsprechenden Aetherarten (CnHn + 1,O), die eine parallellaufende homologe Reihe bilden, z. B. Methyloxyd (Holzäther) C_2H_3O, Aethyloxyd (Aether) C_4H_5O, Amyloxyd (Fuseläther) $C_{10}H_{11}O$.

Diese Reihe läßt sich in angegebener Weise fortsetzen, so z. B. mit $C_{12}H_{13}O$; $C_{14}H_{15}O$; $C_{16}H_{17}O$ u. s. w.

Läßt man aus diesen Aetherarten nochmals 1 Aeq. HO austreten, so erhält man ölbildendes Gas oder mit diesem polymere Kohlenwasserstoffe:

Oelbildendes Gas	C_4H_4
Propylen	C_6H_6
Valylen	C_8H_8
Amylamen	$C_{10}H_{10}$
Ceten	$C_{32}H_{32}$
Ceroten	$C_{54}H_{54}$
Melen	$C_{60}H_{60}$.

Durch Zerlegung der oben erwähnten Fettsäuren mit Hülfe des elektrischen Stroms oder durch Zersetzung des entsprechenden Jodäthers dieser Säuren mittelst Zink, erhält man Kohlenwasserstoffe von der Formel CnHn + 1,H, welche als positive Radikale der Aetherarten zu betrachten sind und in chemischer Beziehung dem Wasserstoff nahe stehen. Solche Körper sind das Methyl C_2H_3, Aethyl C_4H_5, Propyl C_6H_7, Butyl C_8H_9, Amyl $C_{10}H_{11}$ u. s. w.

Geht man nun von dem Wasser HO aus und ersetzt 1 Aeq. H durch 1 Aeq. C_2H_3, so erhält man Holzäther C_2H_3O und gelangt so auf andere Weise zur Construction der homologen Aetherreihen. Im Ammoniak NH_3 ist der Wasserstoff ersetzbar durch Aetherradikale und ähnliche Kohlenwasserstoffe, wodurch sogenannte Ammoniakbasen entstehen, die je nachdem 1,2 oder 3 Aeq.

Wasserstoff durch 1,2 oder 3 Aeq. Kohlenwasserstoff ersetzt worden sind, Amidbasen, Imidbasen oder Nitrilbasen heißen. Im Vorliegenden wird jedoch die Eintheilung der organischen Verbindungen nicht nach der Theorie der homologen Reihen gemacht, sondern eine einfachere, mehr praktische werden.

Zersetzungen und Umwandlungen der organischen Körper.

Die organischen Verbindungen, ob wirklich organisirte Gewebe oder nur künstlich hervorgerufene Substanzen, tragen den allgemeinen Charakter in sich, daß sie sehr leicht geneigt sind, eine Zersetzung oder Umwandlung zu erleiden. Diese Unbeständigkeit wird besonders bei denjenigen Verbindungen wahrgenommen, welche Stickstoff enthalten; nicht etwa nur deshalb, weil in den meisten Fällen 4 Elemente mit einander verbunden sind und häufiger eine Veränderung erleiden als solche Körper, welche nur aus 3 Elementen bestehen, sondern namentlich, weil der Stickstoff hinsichtlich seiner Affinität zu andern Stoffen ein ganz eigenthümliches Element ist. Er läßt sich in freiem Zustande erhalten, bildet mit Sauerstoff die Salpetersäure, mit Kohlenstoff das zusammengesetzte Radikal Cyan, wie z. B. wenn man stickstoffhaltige Substanzen mit Kali glüht. Er bildet ferner mit dem Wasserstoff das Ammoniak, ein häufiges Zersetzungsproduct organischer Substanzen. Manche organische Verbindungen können ihr Bestehen, ohne eine Zersetzung zu erleiden, nur kurze Zeit behaupten, so daß sie in Fäulniß oder Gährung übergehen, eine Metamorphose, welche später genauer erörtert werden wird. Geht eine solche Verbindung in den Zustand der Zersetzung über, so erhält sie die Eigenschaften eines sogenannten Ferments, d. h. wird fähig, wenn sie mit einer anderen Verbindung in Berührung gebracht, eine gleiche Metamorphose hervorzurufen oder zu erzeugen. Solche Umwandlungen kommen bei verschiedenen Fermenten, Feuchtigkeit, Luftzutritt freiwillig vor, aber außerdem erleiden die organischen Substanzen auch noch andere höchst merkwürdige Zersetzungen, wenn sie der Einwirkung der Wärme oder der eines mächtigen Reagens unterworfen werden. Es mag daher nicht überflüssig erscheinen, einen allgemeinen Ueberblick solcher Zersetzungen zu geben, da sie sich unter gewisse allgemeine Rubriken bringen lassen. Man kann daher folgende allgemeine Veränderungen unterscheiden: 1) solche durch Oxydation oder Berührung mit Sauerstoff; 2) durch Einwirkung von Säuren; 3) durch Einwirkung von Basen; 4) durch Einwirkung der Wärme, in geschlossenen Gefäßen, oder durch zerstörende Destillation; 5) durch Berührung mit Fermenten oder durch den Gährungsproceß.

1) Zersetzung durch Berührung mit Sauerstoff.

a. Directe Oxydation.

Diese geht auf zwei verschiedenen Wegen vor sich. Auf dem einen ist sie gewöhnliche Verbrennung, bei welcher der Einfluß des Sauerstoffs der Atmo-

sphäre durch eine hohe Temperatur ersetzt wird. Die Resultate sind je nach dem verschiedenen Zutritt des Sauerstoffs von einander abweichend. Ist ein Ueberfluß von Luft oder Sauerstoff aus irgend einer andern Quelle vorhanden, so wird sämmtlicher Kohlenstoff und Wasserstoff in Kohlensäure und Wasser verwandelt, welches, außer dem nicht entbundenen Stickstoff, die Enderzeugnisse der Einwirkung des Sauerstoffs auf organische Materien sind; fehlt es aber an hinreichender Luft, so wird der Wasserstoff, wegen seiner größern Verwandtschaft zum Sauerstoff, oxydirt, während der Kohlenstoff sich als Rauch, Ruß oder Lampenruß absetzt.

Auf die vollständige Zersetzung des Kohlenstoffs und Wasserstoffs organischer Verbindungen zu Kohlensäure und Wasser, mittelst einer Sauerstoffquelle, gründet sich die Elementar-Analyse, eine analytische Operation, durch welche man die Quantität der Grundelemente, welche die organischen Gewebe bilden, bestimmt. Jedoch gehört die ausführliche Beschreibung dieser höchst wichtigen Operation analytischen und größeren Werken der organischen Chemie an*); es kann daher nur ein kurzer Umriß des Verfahrens hier gegeben werden.

Der Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff lassen sich in ihrer Form als einfache Grundstoffe bis jetzt nicht quantitativ bestimmen, weshalb man den ersteren in Kohlensäure, den zweiten in Wasser umwandelt, und den Sauerstoff durch den Verlust ermittelt. Hat man sich z. B. von der Reinheit eines Körpers, welcher aus den drei genannten Elementen besteht, überzeugt, ferner etwa anhängende Feuchtigkeit, je nach der Natur des Körpers, durch vollständiges Trocknen in Wasser- oder Oelbädern entfernt, so wird der zu untersuchende Körper auf einer feinen Wage gewogen und dann mit einer Substanz, welche ihren Sauerstoff leicht abgiebt, wie z. B. Kupferoxyd (bei schwer verbrennbaren Körpern unter Zusatz von chlorsaurem Kali, oder unter Zuleiten von reinem Sauerstoffgas aus einem Gasbehälter), oder mit chromsaurem Bleioxyd, auch unter Zusatz von chlorsaurem Kali, in einer schwer schmelzbaren Glasröhre der Verbrennung unterworfen. Der aus den genannten Körpern durch angewendete Hitze ausströmende Sauerstoff oxydirt den Kohlenstoff zu Kohlensäure und den Wasserstoff zu Wasser, welche beide durch die angewandte Hitze aus der Röhre ausgetrieben werden. Das Wasser wird in einer, zunächst mit der Verbrennungsröhre verbundenen Glasröhre, welche Stücke von Chlorcalcium enthält, von diesem zurückgehalten. Die Kohlensäure streicht aber durch dieses Chlorcalciumrohr in einen mit demselben verbundenen, sogenannten Liebig'schen Kugelapparat von Glas, wo sie von darin befindlicher concentrirter Kalilauge aufgenommen wird. Beide Apparate müssen vor der Verbrennung gewogen sein,

*) Siehe z. B. „Liebig's Anleitung zur organischen Analyse" und des Verfassers Werk: „Handbuch der organischen Chemie", nach Gregory's Grundriß frei bearbeitet und erweitert. Braunschweig 1854.

und dann, ehe jene beginnt, luftdicht mit der Verbrennungsröhre verbunden werden. Ist diese beendigt, so werden das Chlorcalcium und der Kaliapparat gewogen, und die Zunahme an Gewicht des ersteren liefert die Quantität Wasser, aus welchem der Wasserstoff des verbrannten Körpers berechnet wird, wobei man zu berücksichtigen hat, daß 112,5 Wasser 12,5 Wasserstoff enthalten. Die Zunahme des Kaliapparats an Gewicht liefert die aus der Verbrennung des Körpers erhaltene Kohlensäure, aus welcher der Kohlenstoffgehalt berechnet wird, indem man dabei berücksichtigt, daß 275 Kohlensäure 75 Kohlenstoff enthalten. Das erhaltene Gewicht der beiden Körper wird auf Procente zurückgeführt; die Procentzahl beider zusammengezogen und das an 100 fehlende giebt den Sauerstoffgehalt.

Enthält der organische Körper Stickstoff, so wird dieser durch eine besondere Methode bestimmt, indem man den Stickstoff entbindet, und entweder das sich entwickelnde Gas mißt oder in Form eines Ammoniaksalzes wägt. Diese letztere Methode gründet sich darauf, daß stickstoffhaltige Körper das Hydratwasser der Hydrate der Alkalien und alkalischen Erden in der Weise zerlegen, daß der Sauerstoff desselben mit dem Kohlenstoff Kohlensäure bildet, welche sich mit dem Alkali vereinigt, während der frei werdende Wasserstoff sich mit dem Stickstoff der organischen Substanz zu Ammoniak verbindet. Das entbundene Ammoniak wird in Salzsäure aufgefangen und in Verbindung mit Platinchlorid gewogen. Die ganze Operation wird in einer Verbrennungsröhre ausgeführt, nachdem man die organische Substanz zuvor, am besten mit getrocknetem Natronkalk (aus 2 Th. Natronhydrat und 2 Th. Aetzkalk bestehend), gemischt hat. Mit dieser Verbrennungsröhre ist ein einfacher Kugelapparat, zum Theil mit Salzsäure gefüllt, verbunden, welcher nach Vollendung der Operation das entbundene Ammoniak enthält. Versetzt man diese Flüssigkeit nun mit Platinchlorid, so erhält man Platinsalmiak, welcher geglüht, oder durch Berechnung, den Stickstoffgehalt liefert. — 100 Gewichtstheile Platinsalmiak enthalten 6,279 Th. Stickstoff. Beim Glühen des Platinsalmiaks bleibt Platin zurück, von welchem auf 100 Th. 14,204 Th. Stickstoff anzunehmen sind. Bei solchen Körpern, welche Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff enthalten, geschieht die Bestimmung der ersteren beiden auf gewöhnliche Weise, die des Stickstoffs nach eben angeführter Methode. Enthält der Körper viel Sauerstoff neben Stickstoff, so bildet sich leicht bei der Verbrennung Stickoxydgas, weshalb man in diesem Falle, um dasselbe zu zersetzen, vor das Kupferoxyd eine Lage von Kupferdrehspänen bringt. (Ausführlicheres ist in anderen, z. B. den oben genannten Werken zu suchen.)

Die zweite Art der directen Oxydation ist die Verwesung, welche bei organischen Stoffen dann eintritt, wenn sie der Luft und Feuchtigkeit ausgesetzt werden. Eins der gewöhnlichsten Beispiele ist die Verwesung des Holzes, wodurch dasselbe in ein dunkelbraunes Pulver, Ulmin genannt, verwandelt wird.

Bei diesem Proceß nimmt das Holz Sauerstoff auf und es wird ein gleiches Volumen Kohlensäure und Wasser erzeugt, während das Ulmin als Rückstand bleibt; wie bei der Verbrennung der Sauerstoff sich vorzugsweise mit dem Wasserstoff verbindet, so darf man auch bei der Verwesung annehmen, daß der aufgenommene Sauerstoff sich mit dem Wasserstoff des Holzes verbindet und daß eine gleiche Quantität Sauerstoff in Form von Kohlensäure entweicht. Da nun das Holz, als aus Kohlenstoff und den Elementen des Wassers zusammengesetzt betrachtet werden darf, und da Wasser und Kohlensäure die beiden Producte der Verwesung sind, so kann man annehmen, daß das Wasser in dem Holze bereits fertig gebildet war, und daß der aufgenommene Sauerstoff sich mit dem Kohlenstoff verbunden hatte. Indessen hat man sich überzeugt, daß bei Gegenwart von Wasserstoff der Kohlenstoff bei gewöhnlicher Temperatur sich nicht mit dem Sauerstoff verbindet, da seine Verwandtschaft zu demselben geringer ist, und außerdem ist bei der Verwesung des Holzes der Antheil Kohlenstoff in dem Rückstande beständig größer, als der Sauerstoff. Die Verwesung wird durch Wärme oder die Gegenwart von Alkalien wesentlich befördert, dagegen durch Kälte, Trockne, Säuren und manche Salze in einem hohen Grade gehemmt. Befindet sich eine Substanz im Zustande der Verwesung und kommt diese mit einer andern in Berührung, so wird die neu hinzugekommene ebenfalls in Verwesung übergehen.

Eine merkwürdige Art von Verwesung giebt sich dann zu erkennen, wenn Sauerstoff und Ammoniak zu gleicher Zeit auf gewisse farblose vegetabilische Producte einwirken, welche, indem sie diese Gase verschlucken, sehr rasch in stickstoffhaltige Verbindungen von einer schönen blauen oder purpurnen Farbe verwandelt werden. Hierzu liefern verschiedene in den Flechten enthaltene Stoffe herrliche Beispiele.

b. Indirecte Oxydation.

Die organischen Verbindungen können auf verschiedenen Wegen durch andere Körper, wie z. B. durch Salpetersäure, durch gewisse Salze, oxydirt werden; so verwandelt z. B. die genannte Säure das Stärkemehl in Oxalsäure, übermangansaures Kali den Zucker ebenfalls in Oxalsäure ꝛc.

2) Wirkungen der Säuren auf organische Verbindungen.

Die beiden am meisten angewandten Säuren, welche zur Zersetzung organischer Verbindungen benutzt werden, sind die Salpeter- und Schwefelsäure, von denen die erstere als Oxydationsmittel die letztere bedeutend übertrifft. Erhitzt man z. B. Zucker mit Salpetersäure, so verliert dieser Sauerstoff, indem eine beträchtliche Menge salpetrige Säure entweicht, während die Elemente des Zuckers sich wahrscheinlich durch den Einfluß des Sauerstoffs zu weniger complicirten Radikalen vereinigen, als dasjenige des Zuckers ist. Unter die Producte gehören

Wasser, Kohlensäure, Oxalsäure, Zuckersäure und andere bis jetzt noch nicht erforschte, welche hinreichend die Neigung der Oxydation darthun, weniger complicirte Radikale zu bilden. Wirkt Salpetersäure auf organische Stoffe ein, so findet man gewöhnlich unter den Producten eine oder auch mehrere Säuren, und es ist deren eine beträchtliche Anzahl auf diesem Wege entdeckt worden. Beispiele der Art sind: die Bildung der Schleimsäure aus dem Gummi, der Indigosäure und Pikrinsalpetersäure aus dem Indigo, der Margarinsäure aus der Stearinsäure, der Korksäure und der Bernsteinsäure aus der Fettsäure und mehrere andere.

Läßt man Schwefelsäure auf organische Verbindungen einwirken, so verkohlt sie vermöge ihrer Verwandtschaft zum Sauerstoff und Wasserstoff in Form von Wasser einen bedeutenden Theil derselben. Aber in einigen Fällen ruft sie sehr verschiedene Wirkungen hervor. Kocht man nämlich Schwefelsäure und Wasser mit Stärkemehl und Lignit, so werden diese in Traubenzucker verwandelt. In andern Fällen dagegen scheint die Schwefelsäure so viel Sauerstoff zu verlieren, als zur Bildung der Unterschwefelsäure nöthig ist, welche sich mit organischen Verbindungen vereinigt und eine neue Säure bildet, wie z. B. durch Einwirkung der Schwefelsäure auf Naphthalin die Schwefelnaphthalinsäure entsteht, oder auf Alkohol unter gewissen Umständen eine Säure erzeugt wird, welche die Elemente der Unterschwefelsäure und des Kohlenwasserstoffs enthält. In noch andern Fällen endlich vereinigt sich die Schwefelsäure mit organischen Verbindungen, wovon das zweifach-schwefelsaure Aethyloxyd einen Beweis liefert. Manche organische Verbindungen werden, mit einem Ueberschuß von Schwefelsäure erhitzt, gänzlich zersetzt, indem sich Wasser bildet, welches sich mit dem Wasser vereinigt, und andere Producte entstehen, welche entweichen. Die Phosphorsäure läßt sich in einigen Fällen benutzen, das Wasser aus den organischen Verbindungen zu entfernen, da sie dieselben nicht verkohlt; sie bildet ebenfalls, wie die Schwefelsäure, mit dem Aethyloxyd ein saures Salz.

Die Chlorwasserstoffsäure, so wie die Wasserstoffsäuren der übrigen Salzbilder, zeigen keine ausgedehnte Einwirkung auf organische Verbindungen. Mit dem Alkohol bildet die Chlorwasserstoffsäure z. B. Chloräthyl, mit verschiedenen Kohlenwasserstoffen, wie z. B. mit dem Terpentinöl und Citronenöl, bildet das Chlorwasserstoffgas feste kampherähnliche Körper.

3) Wirkungen der Basen auf organische Verbindungen.

Die unorganischen hydratischen Basen vereinigen sich mit organischen Säuren und bilden gewöhnlich, wenn sie mit neutralen Salzen erhitzt werden, Säuren mit denselben, so wie unter anderen Essigsäure oder Oxalsäure und auch Kohlensäure, wozu der Sauerstoff dem Wasser der Base entnommen wird, während der Wasserstoff frei wird, oder auch wenn der organische Körper Stickstoff enthielt, neben dem Wasserstoff noch Ammoniak. Die Gegenwart von Basen

befördert von Seiten der organischen Substanzen in höchstem Grade die Aufnahme des atmosphärischen Sauerstoffs, woher es dann auch kommt, daß die Alkalien die Verwesungen unterstützen.

4) Wirkung der Wärme auf organische Verbindungen bei abgehaltenem Sauerstoff oder in verschlossenen Gefäßen.

Werden organische Körper bei einem sehr beschränkten Zutritt von Sauerstoff, der durch die Substanzen selbst geliefert wird, einer Verbrennung unterworfen, so nennt man diese Operation trockene Destillation, durch deren Anwendung sehr verschiedenartige Verbindungen dargestellt werden. Sie kann sowohl stickstoffhaltige, als auch stickstofffreie Körper betreffen. Manche Producte kommen in beiden vor, manche aber nur in einem, besonders die stickstoffhaltigen Verbindungen.

Zuerst tritt eine Röstung ein, welche von einer Farbenveränderung und oft von einer Abgabe von Wasserdämpfen begleitet ist. Bei weiterer Erhitzung machen sich die Verwandtschaften des Sauerstoffs zu dem Kohlenstoff und Wasserstoff geltend, sobald die Substanz aus diesen drei Elementen besteht. Es entweichen nun zuerst sauerstoffreiche Verbindungen, so z. B. Essigsäure, sogenannte Brenzsäuren, Kohlensäure, zuweilen auch geistige Flüssigkeiten (Holzgeist, Brenzessiggeist ꝛc.) neben Wasser. Später treten dann brandig riechende Verbindungen von Kohlenstoff und Wasserstoff in der Form von Oelen (brenzlichen oder empyreumatischen Oelen), zuweilen auch in der Form von schwer verdichtbaren Gasen auf. In manchen Fällen enthalten diese Kohlenwasserstoffe noch etwas Sauerstoff, wozu z. B. das Kreosot gehört. Die Producte der trockenen Destillation stickstofffreier Substanzen in der spätern Periode sind gewöhnlich Zersetzungsproducte aus Erzeugnissen der ersten Periode; zuletzt bestehen die flüchtigen Producte fast nur aus Kohlensäure, Kohlenoxydgas, ölbildendem Gas, Sumpfgas und Wasserstoff. Bei fortgesetztem Erhitzen bleibt endlich gewöhnlich eine unreine Kohle sammt den unorganischen nicht flüchtigen Producten zurück, die etwa mit der erhitzten organischen Substanz verbunden oder gemengt gewesen waren. Das Holz liefert z. B. bei der zerstörenden Destillation eine Reihe verschiedenartiger Producte, als Kohlenwasserstoffe, Paraffin, Naphthalin, Eupion, Sumpfgas, ölbildendes Gas, ferner Wasser, Kohlensäure, Kohlenoxydgas, Essigsäure, eine Reihe flüchtiger ätherischer Flüssigkeiten und sauerstoffhaltiger Kohlenwasserstoffe, wie das Kreosot, Picamar ꝛc. Auf die Zersetzung stickstofffreier Stoffe, bei abgeschlossenem Luftzutritt, unter Anwendung von Wärme, gründen sich verschiedene, sehr wichtige technische Processe, z. B. die Darstellung des Holzessigs, Kreosots, des Leuchtgases, der verschiedenen Arten von Kohle ꝛc.

Während die Erzeugnisse der trockenen Destillation stickstofffreier Körper meist sauer reagiren, zeigen die durch Erhitzen stickstoffhaltiger Substanzen meist alkalische oder neutrale Reaction, welches gewöhnlich daher rührt, daß der Stick-

stoff in höherer Temperatur leicht geneigt ist, sich mit dem Wasserstoff der organischen Substanz zu Ammoniak zu verbinden. Zwar werden, neben diesem flüchtigen Alkali, immer auch einige Säuren, wie Kohlensäure, Essigsäure 2c. gebildet, aber meistens ist doch das Ammoniak überwiegend und das gebildete kohlensaure Ammoniak reagirt ebenfalls alkalisch. Das Specielle über die Producte der trockenen Destillation der verschiedenen Substanzen wird bei den einzelnen Körpern erwähnt werden, so namentlich die Producte der fettartigen Körper u. s. w.

5) Wirkung des Ferments auf organische Verbindungen, oder Zersetzung organischer Substanzen durch Gährungsvorgänge.

Unter Gährung versteht man eine Umsetzung gewisser organischer Stoffe, die nur durch Vermittelung einer zweiten Substanz, des sogenannten Gährungserregers erfolgt, und deren Eigenthümlichkeit darin begründet ist, daß, so viel man weiß, diese zweite Substanz in keiner Weise durch ihre chemischen Verwandtschaftskräfte dabei thätig ist, indem zwischen der ersten und zweiten Substanz durchaus kein Austausch von Stoffen stattfindet. Man hat daher immer zwischen dem Gährungsmaterial, dessen Umsetzung eingeleitet wird, dem Gährungserreger (Ferment), welcher die Umsetzung einleitet und endlich dem Gährungserzeugnisse (dem Umsetzungsproducte aus dem Material) zu unterscheiden, wiewohl auch außerdem Umsetzungsproducte des Gährungserregers oder neuerzeugte Mengen desselben, ersterem sich hie und da beimischen.

Durch den Einfluß des Gährungserregers — ein Einfluß, der jedoch nach den gewöhnlichen chemischen Gesetzen nicht zu erklären ist, — kommt in dem Gährungsmaterial eine andere Anordnung der Atome zu Stande, wobei sie entweder alle zusammenbleiben, oder aber sich in mehrere andere Verbindungen spalten. Im ersteren Falle scheint nur die Lagerung eine verschiedene und damit scheinen die Eigenschaften andere geworden zu sein, z. B. wenn das Stärkemehl in Zucker umgewandelt worden ist. Im zweiten Falle wird z. B. der Zucker in Alkohol und Kohlensäure zerlegt. Die Bedingungen, unter denen diese Umwandlung stattfinden kann, sind die, daß der Zucker sich in Lösung von einer gewissen Temperatur befindet und ein Ferment, wie z. B. Hefe, oder ein ähnlicher Körper zugegen ist. In dem Safte der Weinbeeren ist schon von Natur ein Ferment, nämlich der faserige und käsige Bestandtheil des Saftes, vorhanden, und vor mehren Jahrzehnten wurde schon gezeigt, daß die Berührung mit der atmosphärischen Luft für den Beginn der Gährung nothwendig sei, daß jedoch diese Berührung nur von kurzer Dauer zu sein brauche. Es liegt klar am Tage, daß die Luft eine Veränderung in dem Ferment hervorbringt, denn wenn irgend ein solches zuvor der Luft ausgesetzt und dann einer reinen Lösung von Zucker hinzugefügt wird, so tritt der Gährungsproceß ein, ohne weitern Zutritt der Luft nach dem Zusatz des Ferments nöthig zu haben. Die Wirkung des

Gährungserregers zeigt große Aehnlichkeit mit der der Wärme, noch mehr aber mit der unbegreiflichen sogenannten Lebenskraft, welche die Atome in den organischen Verbindungen auf eine ganz unerklärte und mannigfache Weise zu vertheilen und anzuordnen im Stande ist. Eine besonders wichtige Eigenthümlichkeit bei den Gährungsvorgängen ist jedoch die allgemeine Erscheinung, daß eine sehr kleine Menge von Ferment fähig ist, eine große Menge von Gährungsmaterial in Umsetzung zu bringen. Die Gährungsmaterialien sind meistens zusammengesetzte Körper, in denen das Gleichgewicht zwischen den zahlreichen Atomen, eben wegen der Zusammengesetztheit, eine Störung erleidet. Die Fermente sind sehr verschiedener Art, doch lassen sie sich in zwei natürliche Abtheilungen bringen. Erstens in Substanzen, welche selbst in einer chemischen Umänderung sich befinden oder eine solche außerordentlich leicht untergehen, z. B. die sogenannten eiweißartigen Körper: Leim, Wasserstoffüberoxyd, Hefenzellen u. s. w. In diesen Fällen ist Gegenwart von Wasser und eine bestimmte Temperatur, wie schon oben erwähnt, ein unentbehrliches Bedingniß für das Zustandekommen der Gährung. Zweitens sind die Fermente Substanzen, die sich selbst nicht ändern und für deren Wirkung bis jetzt noch keine befriedigende Erklärung möglich gewesen ist, z. B. Schwefelsäure, wenn sie auf Holzfaser, Stärkemehl einwirkt, Platin, Platinmohr und andere. Mitunter folgen mehrere Gährungsvorgänge hinter einander, indem das Gährungsproduct zuweilen selbst wieder einer Gährung unterliegt, so wird z. B. aus Milchzucker durch Käsestoff-Ferment Milchsäure und aus dieser dann Buttersäure. Temperatur und die Beschaffenheit des Ferments haben auf die Gährungserzeugnisse einen großen Einfluß. Die Abänderungen des Ferments, wie sie oft während des Gährungsacts in der Temperatur eintreten können, modificiren auch die Gährungsproducte; so kann Zucker durch dasselbe Ferment unter verschiedenen Umständen in Alkohol und Kohlensäure, in Milchsäure, in Buttersäure, Wasserstoff und Kohlensäure in Mannit und Schleim umgewandelt werden.

Obgleich die Gasentwickelung eine die Gährung sehr häufig begleitende Erscheinung ist, so ist sie doch keineswegs ein allgemein begleitender Vorgang, denn es existiren sehr viele Gährungsprocesse, bei denen nicht eine Spur von Gasen sich entwickelt. Die Fäulniß, ein einzelnes Beispiel der Gährung, ist stets von übelriechenden Gasen begleitet. Sie hat unter gewissen Umständen Vieles mit der Verwesung gemein und unterscheidet sich von ihr nur durch den höchst unangenehmen Geruch einiger Producte, welche hauptsächlich Verbindungen von Schwefel und Phosphor, wie Schwefelwasserstoff und Phosphorwasserstoff sind. Ist die Luft ausgeschlossen, so geht bei vorhandener Feuchtigkeit die Fäulniß ebenfalls vor sich und ist dann als eine Metamorphose zu betrachten, welche für den Fall, daß pflänzliche Stoffe unter dem Wasser verfaulen, zur Entstehung gasförmiger Producte, z. B. wie die des Sumpfgases, ölbildenden Gases 2c., Veranlassung giebt. Thierische Stoffe, im Zustande der

Fäulniß, wie verdorbenes Blut, Fleisch, Käse rc. wirken als ein Ferment und sind fähig, die Metamorphose zu verursachen, durch welche der Zucker in Alkohol und Kohlensäure übergeführt wird; sie bewirken aber auch eine Verwesung, indem sie eine fäulnißähnliche Zersetzung, ähnlich der ihrigen, veranlassen. So ist es ja hinreichend bekannt, daß, wenn man frischen Käse mit verfaultem in Berührung bringt, derselbe ebenfalls in Fäulniß übergeht.

Gährung und Fäulniß, eben so Verwesung, werden durch dieselbe Bedingung befördert und durch dieselben Einflüsse verhindert. Substanzen, welche diesen Processen entgegenstreben, lernt man sogleich kennen, wenn man sie mit dem Ferment oder einem Theile desselben, oder auch mit dem Gährungsmaterial in Berührung bringt; denn sie verhindern die weitere Zersetzung des Ferments oder die Gährung selbst. Sublimat und Arsenik sind z. B. sehr mächtige, der Gährung entgegenstrebende Substanzen, indem sie mit thierischen Stoffen beständige Verbindungen bilden.

Bei der eigentlichen Gährung spielen, wie schon aus dem Vorigen hervorgeht, die Fermente keine chemische Rolle. Bei der Fäulniß hingegen spielt das Ferment eine chemische Rolle in der Veränderung selbst, indem zwei oder mehrere Verbindungen, das Ferment und der verfaulende Körper, sich vereinigen, um neue Verbindungen mit oder ohne die Elemente des Wassers entstehen zu lassen. Die Fäulniß ist im Allgemeinen durch die Umbildung stickstoffhaltiger Verbindungen charakterisirt. Ein fäulnißfähiger Körper ist gewöhnlich, vielleicht immer, stickstoffhaltig und erleidet, mit Licht und Luft in Berührung gebracht bei einer gewissen Temperatur eine freiwillige Zersetzung. Befindet er sich in diesem Zustande, so ist er ein Ferment. Ein gährungsfähiger Körper ist hingegen ein solcher, der an sich selbst, oder einfach in Wasser aufgelöst, keiner Zersetzung unterworfen ist, aber, wenn derselbe mit einem Ferment in Berührung gebracht wird, sich in neue Producte zerlegt oder in Gährung übergeht. Die Mannigfaltigkeit der wichtigen und interessanten Processe, welche durch die Fermente verursacht werden, kommen am betreffenden Orte zur Sprache. Möge nun endlich der verschiedenen Erklärungen für die Gährungserscheinungen gedacht werden. Einmal hat man sie zunächst als die Wirkung der lediglichen Berührung (des Contacts) oder der Gegenwart gewisser Substanzen erklärt, womit jedoch im Ganzen Nichts erklärt ist. Sodann hat man angenommen, daß ein Körper, der sich selbst in der Umsetzung seiner Atome befindet, sehr geeignet sei, diesen Zustand des erschütterten Gleichgewichts der innern Bewegung auf andere zusammengesetzte Körper zu übertragen, diese gleichsam mit der Entmischung anzustecken. Die Verbindung, welche der Gährung oder einer Metamorphose fähig sind, tragen sämmtlich ein unstätes Gleichgewicht in sich und werden leicht zersetzt. Aber wir sind noch nicht im Stande, irgend eine andere Erklärung für diese Thatsachen der Gährung zu geben, als die, daß die Theilchen eines im Zustande fortschreitender Veränderung begriffenen Körpers sich in Bewegung

befinden, und in Berührung mit einem andern Körper, dessen Theilchen ein unstätes Gleichgewicht eigen ist, die mehr oder weniger bedeutende mechanische Bewegung den Theilchen des letztern Körpers mittheilen, welche ausreichend ist, das vorhandene Gleichgewicht aufzuheben, wodurch alsdann eine neue Verbindung entsteht, die unter den angegebenen Bedingungen ein neues beständigeres Gleichgewicht besitzt. Diese Erklärung ist wenigstens nicht unphilosophisch und darf als die beste bis jetzt versuchte Theorie betrachtet werden. Ein Ferment ist dem zufolge lediglich eine im Zustande der Zersetzung begriffene Verbindung, fähig sich in Bewegung zu setzen und daher auch die Theilchen einer andern Verbindung in den Zustand der Zersetzung überzuführen, d. h. eine Verbindung, deren Existenz von einem schwachen Gleichgewichte der Verwandtschaften abhängt. — So wie das Ferment nur so lange wirken kann, als seine Atome in Bewegung sich befinden, muß auch seine, die Gährung erregende Kraft aufhören, sobald als seine eigene Zersetzung vollständig erfolgt ist. Hieraus geht hervor, daß ein gegebenes Gewicht Ferment nur die Gährung einer bestimmten Quantität Zucker oder irgend einer andern gährungsfähigen Verbindung verursachen kann. So wie der Gährungsproceß, welcher durch die sich mittheilende Bewewegung der Atome des Ferments erzeugt wird, Zeit erfordert, so ist dieses auch für die Fäulniß nöthig. Bei einigen Vorgängen wird die fälschlich sogenannte Selbstentmischung oder die Gährung der Einwirkung lebender Wesen zugeschrieben. Nach dieser Ansicht sind überall, in Luft und Wasser, zahllose Keime von lebenden Wesen verbreitet, die sich da entwickeln, wo sie die zu ihrer Entwickelung günstigen Verhältnisse vorfinden und durch ihre Entwickelung die Zersetzung organischer Materien veranlassen. Diese Erklärung paßt jedoch höchstens auf einige Gährungserscheinungen: Fäulniß (wobei jedoch die Aufgußthierchen nicht immer vorhanden sind), weingeistige Gährung (Hefenzellen) und etwa noch gewisse Schimmelbildungen.

Gährungswidrige Mittel. Diejenigen Substanzen oder Einflüsse, welche die Gährungsvorgänge verhindern, oder oft, wenn sie schon eingetreten sind, wieder unterbrechen, müssen auch die Verwesung aufheben, da bei letzterer nur zum Theil ein Gährungsvorgang stattfindet; dagegen muß völlige Abhaltung der Luft jede Verwesung verhindern, weil sie wesentlich noch in einer Oxydation besteht, während bei den Gährungsvorgängen oft gar keine, in andern Fällen aber, nur ein vorübergehender Luftzutritt nothwendig ist. Eine sehr niedere Temperatur hemmt jeden Gährungsvorgang, jedoch ist die für den Gährungsproceß nothwendige Wärme bei den einzelnen Fermenten verschieden. Siedhitze ist ebenfalls hinderlich; sie tödtet nach der zuletzt ausgesprochenen Ansicht die Keime der Organismen, nach einer andern Ansicht treibt sie den in Wasserstoff gelösten Sauerstoff aus und verhindert oder beschränkt so die Bildung von Gährungserregern. — Abschluß des Sauerstoffs unterdrückt oder verlangsamt einige Gährungsvorgänge, zu deren Einleitung Sauerstoff wichtig

erscheint, z. B. die weingeistige Gährung. Dagegen hört mit abgehaltenem Sauerstoff jeder Verwesungsproceß auf. Bei vollständigem Abschluß des Wassers findet keine Verwesung und auch häufig keine Gährung Statt. Wird endlich das Gährungsmaterial oder auch das Ferment der Wirkung von Chlor, Gerbstoff, metallischen Giften, wie Sublimat, Arsenik ausgesetzt, so wird die Gährung nicht eingeleitet, oder wenn dies zuvor geschehen ist, unterbrochen. Auch alleiniges Aufkochen macht häufig das Ferment, z. B. die Hefe, unwirksam.

Ueber die Bildung chemischer Formeln und die Bestimmung des Atomgewichts organischer Verbindungen.

Die durch die Elementar-Analyse erzielten Resultate werden, wie erwähnt, auf 100 Theile reducirt, und man sucht dann die so erhaltene procentische Zusammensetzung in Aequivalentzahlen durch eine sogenannte empirische Formel auszudrücken, welche der relativen Atomenzahl entspricht. Hat man diese gefunden, so schreitet man zur Begründung der sogenannten rationellen Formel, welche gänzlich das Atomgewicht repräsentirt, zu welchem Ende jedoch Analysen vorausgegangen sein müssen, welche außer der procentischen Zusammensetzung auch das Atomgewicht der Verbindung liefert. Die Aequivalente oder Atomgewichte der organischen Säuren bestimmt man aus ihren Verbindungen mit unorganischen Basen und wählt als solche gewöhnlich Silberoxyd, seltener Blei-, Kalk- oder Barytverbindungen. Ein Beispiel wird dieses am besten erläutern: Gesetzt, es soll das Aequivalent einer der bekanntesten Säuren, nämlich der Essigsäure, bestimmt werden, deren Zusammensetzung 40,00 Kohlenstoff, 6,67 Wasserstoff, 53,33 Sauerstoff entspricht, so wird die relative Atomenzahl, durch eine empirische Formel ausgedrückt, mittelst einfacher Proportionen gefunden werden, indem man nämlich die Aequivalentzahl jener drei Stoffe in den Procentgehalt dividirt:

Kohlenstoff .... $75 : 40,00 = x : 1;\ x = 0,5336.$
Wasserstoff .... $12,5 : 6,67 = x : 1;\ x = 0,5333.$
Sauerstoff .... $100 : 53,33 = x : 1;\ x = 0,5333.$

Die durch diese Division erhaltenen Zahlenausdrücke stehen, wie leicht ersichtlich, in einem nahezu gleichen Verhältnisse zu einander und man kann daher eben so gut $C_2H_2O_2$ als $C_4H_4O_4$ als empirische Formel dafür aufstellen. Um nun aber zunächst die procentische Zusammensetzung für das essigsaure Silberoxyd zu erhalten, muß dieses einer starken Glühhitze ausgesetzt werden, in Folge dessen man für 100 Theile 69,45 Silberoxyd und 30,55 Essigsäure erhält. Nimmt man nun das essigsaure Silberoxyd als ein wirklich wasserfreies Salz an, so findet man das Aequivalent der Essigsäure, indem man das Aequivalent (= 1450,0) und den Procentgehalt des Silberoxyds in eine Proportion bringt, nämlich: $69,45 : 30,55 = 1450,0 : x;\ x = 637,5$ (das Aequivalent

der Essigsäure). War aber in der Essigsäure 1 Aequivalent Wasser gebunden, welches durch ein metallisches Oxyd ausgeschieden wird, so kann nach jenem relativen Atomenverhältnisse die empirische Formel der Essigsäure $= C_4 H_3 O_3$ sein, eine Formel, die der Atomenzahl 637,5 entspricht und diese ist als das Aequivalent der freien Essigsäure anzusehen, das des Essigsäurehydrats $= 750$ $(637{,}5 + 112{,}5)$. Um die Richtigkeit der Analyse zu prüfen, würde man nun das essigsaure Silberoxyd noch einer Elementar-Analyse mit Kupferoxyd unterwerfen müssen, aus deren Resultat man für 100 Theile 69,45 Silberoxyd, 14,37 Kohlenstoff, 1,80 Wasserstoff, 14,38 Sauerstoff berechnet erhalten würde. Mit diesem Procentgehalt wird auch alsdann der übereinstimmen, welchen man erhält, wenn man die Zusammensetzung der Formel $AgO, C_4 H_3 O_3$ auf 100 Theile berechnet.

Soll nun die rationelle Formel für eine organische Base oder ein sogenanntes Alkaloid gefunden werden, so ist gewöhnlich erforderlich, daß auch der Stickstoffgehalt bekannt sei, da viele organische Basen stickstoffhaltig sind. In diesem Falle wird, wie bereits erwähnt, die procentische Zusammensetzung auf gewöhnliche Weise und zwar für den Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff aus einer besonders ausgeführten Analyse berechnet, der Stickstoffgehalt auf früher erwähnte Weise gefunden und aus dem dadurch erhaltenen Platinsalmiak durch Berechnung ermittelt. Hat man die procentische Zusammensetzung aus den Resultaten der Analyse berechnet, so werden diese Zahlen, wie bei dem erstern Beispiel, zunächst mit den Aequivalentzahlen in Proportion gesetzt, um die empirische Formel zu erhalten. Alsdann sucht man, wie auf gewöhnliche Weise, die Basis an eine Säure zu binden, da das gewöhnliche Mittel der Bestimmung des Aequivalents einer Basis darin besteht, mit 1 Aeq. Säure ein neutrales Salz zu bilden. Ist dann die procentische Zusammensetzung dieses neutralen Salzes bekannt, so muß der Procentgehalt des Salzes mit dem Aequivalent des Salzes in Proportion gebracht werden. Die Summe der erhaltenen Aequivalentzahl muß dann der entsprechen, welche erzielt wird, wenn man die Aequivalentzahlen in die empirische Formel dividirt. Eine andere Methode gründet sich darauf, daß die salzsauren Salze der Pflanzenbasen mit Platinchlorid sich zu wasserfreien Doppelchloriden vereinigen und beim Glühen metallisches Platin zurücklassen, aus dessen Gewicht man das Aequivalent der Basen berechnet. — Das chlorwasserstoffsaure Alkaloid wird mit Platinchlorid gefällt, das nun ausgeschiedene krystallinische Doppelchlorid geglüht, und endlich aus dem nach dem Glühen zurückbleibenden Platin das Aequivalent berechnet, indem man annimmt, daß sämmtliche analoge Doppelverbindungen dem Platin analog zusammengesetzt sind, z. B. 980 Gramm eines aus chlorwasserstofffreiem Morphin und Platin bestehenden Doppelsalzes lieferten beim Glühen 191 Gramm metallisches Platin, so wird folgende Proportion das Aequivalent des Doppelsalzes und dadurch das des Morphins liefern:

a. 191 : 980 = 1232 (Aeq. des Platins) : x = 6321,2 (Aeq. des Doppelchlorids);

b. 6321,2 — 2118,4 (Aeq. des Platinchlorids) = 4202,8;

c. 4203,8 — 455,7 (Aeq. der Chlorwasserstoffsäure) = 3747,1 oder dem Aequivalent oder Atomgewicht des Morphins.

Das Aequivalent indifferenter organischer Körper, d. h. solcher, welche weder als Säuren noch als Basen auftreten können, kann nur dann bestimmt werden, wenn dieselben fähig sind, geeignete Verbindungen mit Basen einzugehen, wozu sich unter diesen besonders das Bleioxyd am besten eignet. Nach vorsichtiger Verbrennung besteht nämlich die Bleiverbindung aus einem Gemisch von Bleioxyd und reducirtem Blei, welches man nach dem Erkalten wägt und hierauf mit Essigsäure behandelt. Durch diese wird nämlich das Bleioxyd aufgelöst und das ungelöste metallische Blei getrocknet, abgewaschen und gewogen. Der bei dieser Wägung erhaltene Verlust zeigt die Menge des gelösten Bleioxyds an und so erhält man, wenn man zu dem Gewicht des metallischen Bleis so viel Sauerstoff hinzusetzt, als zu der Umwandlung in Oxyd nöthig ist, die ganze Menge des Bleioxyds, welche mit dem organischen Körper verbunden war.

Endlich läßt sich auch das Aequivalent durch Benutzung des spec. Gew. des Dampfes ermitteln, eine Methode, welche sich auf das bekannte physikalische Gesetz begründet, daß das spec. Gew. eines zusammengesetzten Gases der Summe des spec. Gew. seiner Bestandtheile im Volumen gleich ist. Die Methode der Ausführung gehört physikalischen Lehrbüchern an, so wie überhaupt eine weitere Ausführlichkeit in stöchiometrischen Lehrbüchern und analytischen Werken zu suchen ist. — Ueber die Constitution der organischen Verbindungen siehe bei den einzelnen Gruppen.

Isomerie der organischen Verbindungen.

Bei organischen Verbindungen kommt es häufig vor, daß sie bei gleicher Zusammensetzung in ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften von einander abweichen. In der unorganischen Welt ist dies seltener der Fall, während die organische Chemie eine beträchtliche Anzahl interessanter Beispiele aufführen kann und man mehrere Abstufungen zu unterscheiden hat. Man nennt solche Verbindungen isomere (gleichtheilige) und unterscheidet 1) isomere Verbindungen in engerem Sinne, als solche, bei denen sowohl die procentische Zusammensetzung, als auch die rationelle Formel übereinstimmt, z. B. Weinsäure und Traubensäure haben beide die Formel $C_8 H_4 O_{10}$, Stärkemehl und Holzfaser, beide in getrocknetem Zustande $C_{12} H_{10} O_{10}$, und dennoch sind die Körper in ihren Eigenschaften ganz verschieden. 2) Metamere Verbindungen, verschiedenartige Körper von gleicher procentischer Zusammensetzung aber verschiedener Anordnung der Atome, z. B. ameisensaures Aethyloxyd $C_2 HO_3 + C_4 H_5 O = C_6 H_6 O_4$ und essigsaures Methyloxyd $C_4 H_3 O_3$

$+ C_2H_3O = C_6H_6O_4$. Solcher Beispiele könnten noch eine große Reihe aufgezählt werden. 3) Polymere Verbindungen, welche verschiedenes Mischungsgewicht haben, aber bei denen gleiche Elemente unter einander in denselben Verhältnissen, jedoch in der Weise vereinigt sind, daß die Atomenzahl der einen Verbindung ein Vielfaches der andern ausmacht, z. B. Terpentinöl $C_{20}H_{16}$ und Citronenöl $C_{10}H_8$; ferner Aldehyd $C_4H_4O_2$ und essigsaures Aethyloxyd $C_8H_8O_4$ u. s. w.

Eintheilung der organischen Stoffe.

Zur Gruppirung der organischen Körper hat man theils das Princip der künstlichen, theils mehr der natürlichen Systeme verfolgt, d. h. hat von einer Haupteigenschaft die Eintheilungsweise hergeleitet, theils aus Vereinigung vieler wichtigen Kennzeichen chemische Familien gebildet. Eine derartige Eintheilung, ähnlich der in „Schloßberger's organischen Chemie" und der in des Verfassers bereits erwähntem „Handbuch der Chemie" verfolgten ähnlichen Eintheilung, scheint auch für gegenwärtiges Werk am praktischsten zu sein, um so mehr, da hier nur eine kurze Charakteristik gegeben werden kann, und selbst die Radikalentheorie, wie ich sie in meinem Handbuche zu Grunde gelegt habe, oder irgend eine andere der erwähnten Theorien dürfte für vorliegenden Zweck als ungeeignet erscheinen.

I. Familie der indifferenten Kohlenhydrate

(Zellstoff, Stärkemehl, Gummi und Pflanzenschleim).

Diese Familie umfaßt den bei weitem größten Theil der natürlich vorkommenden Pflanzenstoffe. Sie sind stickstofffreie, nicht flüchtige Körper, in denen Sauerstoff und Wasserstoff in denselben Verhältnißzahlen sich vorfinden, wie im Wasser, und welche weder entschieden sauren, noch basischen Charakter zeigen. Aus ersterm Grunde verdienen sie daher die Benennung der Kohlenhydrate, aus letzterm die Benennung „Indifferente".

Pflanzenzellstoff (Holzfaser, Pflanzenfaser, Cellulose, Lignin, $C_{12}H_{10}O_{10}$). Dieser Stoff bildet das Hauptgewebe der Pflanzenkörper und zwar das Skelet desselben, welches, nachdem eine jede in Wasser, Alkohol, Aether, Säuren und verdünnten Alkalilösungen lösliche Substanz entfernt worden ist, übrig bleibt und sich in größter Menge im Holze findet, weshalb man ihn Holzfaser genannt hat. Die Zusammensetzung des reinen Zellstoffes, aus welcher Pflanze derselbe auch dargestellt sein mag, entspricht stets $C_{12}H_{10}O_{10}$. Der Zellstoff, welcher im reinen Zustande durchscheinend weiß aussieht (wie z. B. im schwedischen Filtrirpapier, welches eine sehr reine Holzfaser ist), aber wegen seiner Unlöslichkeit in den oben genannten Lösungsmitteln schwierig rein dargestellt werden kann, bildet die Zellenwände der Pflanzen und erscheint unter dem Mikroskop aus verschiedenen Zellen zusammengesetzt, die theilweise mit festen, theilweise mit flüssigen Substanzen angefüllt sind.

Durch starke Säuren, wie z. B. Schwefelsäure, wird die Holzfaser zuerst in Stärkezucker und dann in Krümelzucker verwandelt. Salpetersäure verhält sich ähnlich; nach längerer Einwirkung bildet sich Oxalsäure. Concentrirte Salpetersäure bildet mit der Holzfaser die Schießbaumwolle (siehe weiter unten).

Die Holzfaser des Holzes ist je nach dem Alter und der Art des Holzes mit einer inkrustirenden Substanz (dem Lignin oder eigentlichen Holzstoff) überzogen, jedoch ist dieser Stoff troß vieler Versuche noch nicht abgeschieden worden. Ueberhaupt ist die chemische Lehre von der inkrustirenden Materie noch sehr unbegründet.

Leinwand, Baumwolle und Papier sind mehr oder weniger reine Holzfaser, woraus es sich ergiebt, daß die Holzfaser außer ihrer bekannten Anwendung als Holz von bedeutender praktischer Wichtigkeit ist. Mit Salpetersäure in irgend einer Form als Werg oder Heede, Sägespäne 2c. behandelt, liefert sie die Schießbaumwolle, das Pyroxylin, welches am besten dargestellt wird, wenn man einen Theil trockene weiße Baumwolle einige Minuten hindurch in eine Säure eintaucht, welche aus gleichen Maßtheilen Schwefelsäure von 1,8 spec. Gew. und Salpetersäure von 1,5 spec. Gew. zusammengesetzt ist. Nach dem Eintauchen wird sie vorsichtig ausgewaschen und bei mäßiger Temperatur (40 bis 50⁰) getrocknet. Sie hat das Ansehen gewöhnlicher Baumwolle, ist in Wasser, Alkohol und Essigsäure unlöslich, in reinem Aether schwer löslich, in alkoholhaltigem Aether leicht löslich und hat in getrocknetem Zustande die Eigenschaft, durch Schlagen zu detoniren, und erhitzt oder angezündet augenblicklich, ohne Rückstand zu hinterlassen, zu verbrennen. — Ihre Zusammensetzung entspricht $C_{12} H_7 N_3 O_{22} = C_{12} \left\{ \begin{matrix} H_7 \\ 3\, NO_4 \end{matrix} \right\} O_{10}$.

Eine Auflösung von Schießbaumwolle in alkoholhaltigem Aether ist unter dem Namen Collodium als Klebmittel in der Chirurgie und zur Erzeugung feiner Häutchen zum Zweck kleiner Luftballons und namentlich zur Herstellung von Lichtbildern bekannt.

Der Verwesung des Holzes wurde bereits als Beispiel der zweiten Art indirecter Oxydation organischer Körper gedacht. — Wird Holz nämlich der Luft und Feuchtigkeit ausgesetzt, so tritt eine Verwesung und Vermoderung ein, Zersetzungsprocesse, welche als Producte Kohlensäure, Wasser und Humuskörper liefern. So ist z. B. der sogenannte Humus oder die Dammerde durch Verwesung der organischen Bestandtheile der Garten- und Ackererde entstanden. Auch die meisten Quellwasser, die Torflager 2c. enthalten ebenfalls gewisse organische Bestandtheile, welche durch Verwesung pflanzlicher Stoffe entstanden sind. Von diesen Bestandtheilen sind, als frei dargestellt, das Ulmin, die Ulminsäure, das Humin, die Huminsäure und Geïnsäure anzuführen, welche sämmtlich durch Kochen des Humus oder der Dammerde mit Alkalien oder Soda oder Fällen mit Schwefelsäure erhalten werden, jedoch zum Theil, wie

die Ulminsäure an Ammoniak gebunden im Torf vorkommen. An diese Substanzen schließen sich zwei braune Extractivstoffe, die Quellsäure ($C_{24} H_{12} O_{10}$) und Quellsatzsäure ($C_{48} H_{12} O_{24}$) an, welche ebenfalls durch Verwesung pflanzlicher Stoffe erzeugt, sich in gewissen Mineralwassern finden.

Stärkemehl ($C_{12} H_{10} O_{10}$) ist in dem Pflanzenreiche sehr allgemein verbreitet und findet sich in größerer Menge in dem Samen der Cerealien, in den Leguminosen, ferner in Kartoffeln, in dem Stamme mehrerer Palmen rc. vor. Ueber die Bildung der Stärkemehlkörner weiß man in chemischer Hinsicht bis jetzt noch nichts, nur daß das Stärkemehl sich hie und da anhäuft und wieder Umbildungen erleidet, die vermuthlich zur Bildung des Zellstoffs dienen und während der Vegetation durch die Wirkung eines eigenthümlichen Stoffs, der Diastase, in Stärkezucker und Zucker übergehen, wie dies schon bei dem Keimungsproceß der Fall ist (siehe Theil I. und das Malzen). — Das Stärkemehl scheint indessen eine dem Fett ähnliche Rolle zu spielen und dürfte auch zur Fettbildung dienen können.

Reines Stärkemehl ist ein schneeweißes Pulver von einem glänzenden Ansehen, welches mit dem Finger zerdrückt ein knirschendes Geräusch hörbar macht. Es besteht aus durchsichtigen rundlichen Körnern, deren Größe und Gestalt in den verschiedenen Pflanzen wechselt. Die der Kartoffel sind die größten, aber die der Hülsenfrüchte, z. B. die der Erbsen, sind sehr klein und die vom Weizen und Reis sind die kleinsten. Das Stärkemehl ist in kaltem Alkohol und Aether unlöslich, aber wenn man es mit Wasser erhitzt, so wird es im Anfange gummiartig und in eine Art Lösung verwandelt, welche jedoch nicht vollständig ist, sondern mehr durch das Anschwellen der Stärkemehlkörner in eine schleimige Masse verwandelt wird. Uebergießt man es mit Kalilauge, so bildet sich eine gallertartige, in Wasser lösliche Verbindung, aus der die Stärke durch Säure wieder abgeschieden wird. Mit concentrirter Salpetersäure behandelt bildet sich ebenfalls eine Gallerte, aus welcher sich durch Wasser eine explosive Verbindung, Xyloidin, abscheidet (siehe weiter unten). Mit Jod verbindet sich die Stärke zu einer blauen Masse, der Jodstärke, mit Brom zu einer braunen Masse, der Bromstärke. Eine mit Jod blaugefärbte Stärkemehllösung verliert ihre Farbe, bis nahe zum Sieden erhitzt; beim Erkalten kommt die Farbe wieder zum Vorschein; nach mehrmaligem Erhitzen bleibt die Verbindung auch nach dem Erkalten farblos. Die Entfärbung beruht auf der Bildung von farbloser Jodwasserstoffsäure und farbloser Jodsäure. Durch die Einwirkung verdünnter, siedender Schwefelsäure bildet sich, wie durch die Diastase, Stärkezucker und Krümelzucker. Je nach der Pflanze, die das Stärkemehl liefert, unterscheidet man verschiedene Arten desselben, die sich jedoch nur durch ihre physikalischen Eigenschaften von einander unterscheiden: Weizenstärkemehl, Kartoffelstärkemehl, Tapioka von Jatropha manihot, das Pfeilwurzelmehl oder Arrow-root von Maranta arundinacea und der Sago aus dem Stamme

und Marke der Sagopalmen. Das Stärkemehl wird aus den Pflanzentheilen durch Zerreiben der Zellen und Auswaschen derselben mit Wasser, so lange dieses noch milchig abfließt, erhalten. Läßt man die durch ein feines Sieb von beigemengten Pflanzentheilen befreite Flüssigkeit ruhig stehen, so scheidet sich das Stärkemehl ab, welches von mechanischen Beimengungen leicht durch Schlämmen gereinigt werden kann. Wird das aus Getreide bereitete Stärkemehl feucht an der Luft stehen gelassen, so gehen die beigemengten stickstoffhaltigen Stoffe bald in Fäulniß über und lösen sich auf, während das Stärkemehl größten Theils unverändert bleibt und durch Schlämmen rein erhalten wird. — Die Darstellung der Stärke aus den Kartoffeln wird dadurch bewerkstelligt, daß man die Kartoffeln zerreibt und auf einem Haarsiebe mit Wasser knetet, bis das Wasser farblos abläuft, und sich dann absetzen läßt. — Sago erhält, da er zuletzt bei einer etwas hohen Temperatur getrocknet wird, ein hornartiges und durchsichtiges Ansehen.

Stärkegummi oder Stärkezucker (Dextrin, $C_{12}H_{10}O_{10}$) bildet sich, wenn Stärkemehl mit Wasser und einem Malzaufguß, oder mit einer verdünnten Säure versetzt und über 100⁰ erhitzt wird. Es verschwindet die Klebrigkeit der Mischung und die Flüssigkeit wird nicht mehr mit Jod blau gefärbt. Sobald diese Erscheinung eintritt, ist auch sämmtliches Stärkemehl verschwunden und in ein lösliches Stärkegummi verwandelt, dessen Name Dextrin von seiner Eigenschaft, die Polarisationsebene beträchtlich nach rechts (dexter) abzulenken, hergenommen ist. Je nach der Menge des Malzes oder der Säure, so wie auch nach der angewandten Temperatur, geht die Veränderung mehr oder weniger rasch vor sich, und wenn die Einwirkung fortgesetzt wird, geht das Dextrin in Krümel- oder Traubenzucker über, welcher wegen dieses Umstandes auch Stärkezucker genannt wird. Das Dextrin stellt eine amorphe, dem arabischen Gummi ähnliche Masse dar, die sich im Wasser leicht löst, in absolutem Alkohol und Weingeist von 80 % aber unlöslich ist und beim Behandeln mit Salpetersäure Oxalsäure liefert. Es unterscheidet sich von dem Gummi dadurch, daß es bei der eben erwähnten Behandlung keine Schleimsäure liefert, und aus seinen Lösungen durch basisch-essigsaures Bleioxyd gefällt wird. Es macht einen Bestandtheil des Biers und Brods aus und läßt sich aus 100 Th. Stärkemehl, 20 Th. Schwefelsäure und 28 Th. Wasser, bis auf 93⁰ erhitzt, darstellen, indem man die Lösung nach dem Filtriren mit Alkohol fällt, oder indem man Stärkemehl mit verdünnter Schwefelsäure befeuchtet und dann zur Trockne verdampft. Im Großen neutralisirt man die Schwefelsäure durch Kreide und dampft die vom schwefelsauren Kalk abfiltrirte Lösung zur Trockne ein.

Das Dextrin findet Anwendung in der Cattun- und Seidendruckerei. Leiocome ist eine gelblichbraune, gummiähnliche Substanz, welche durch Rösten des Stärkemehls bei 100⁰ erhalten wird und als ein mehr oder weniger reines

Dextrin betrachtet werden kann. Sie dient statt des Gummi und Dextrins in der Cattundruckerei zum Glattmachen (Appretiren).

Xyloidin ($C_{12}H_8N_2O_{18}$), ein weißes, völlig geschmackloses Pulver, in siedendem Wasser erweichend, ohne sich aufzulösen; entzündet sich bis 180⁰ erhitzt und verbrennt ohne Rückstand. Entsteht, wie erwähnt, durch Einwirkung der Schwefelsäure auf Stärkemehl und wird aus der concentrirten Lösung durch Wasser niedergeschlagen.

Stärkemehlartige Stoffe oder besondere Stärkemehlarten sind das Inulin, Lichenin und Paraamylum.

Inulin ($C_{12}H_{10}O_{10}$, Alantstärkemehl) findet sich in der Wurzel vieler Pflanzen der Kopfblüthler, z. B. in der Alantwurzel von InulaHelenium, von Helianthus tuberosus, und besonders reichlich in den Knollen der Dahlien (Georginen). Man erhält es aus diesen Wurzeln leicht durch Auskochen mit Wasser, wobei es sich beim Erkalten der Lösung als ein weißes Pulver absetzt. Es ist in kaltem Wasser fast unlöslich, beim Kochen löst es sich auf, ohne einen Kleister zu bilden. Es dreht die Polarisationsebene links. Durch fortgesetztes Kochen mit Wasser, leichter noch durch Säuren, wird es in Zucker verwandelt, durch kochende Salpetersäure wird es in Oxalsäure übergeführt.

Lichenin (Moos- oder Flechtenstärkemehl, $C_{12}H_{10}O_{10}$), eine Varietät des Stärkemehls, welche sich in dem isländischen Moose findet. Diese Substanz erscheint im reinen Zustande als eine fast farblose, geschmacklose Masse, welche sich mit kaltem Wasser in eine durchsichtige Gallerte verwandelt und in heißem Wasser sich auflöst. Die Lösung wird durch Jod nicht gefärbt, aber die Gallerte wird davon blau. Verdünnte und kochende Schwefelsäure verwandelt es in Zucker, Salpetersäure in Oxalsäure. Man gewinnt das Lichenin aus der erwähnten Flechte, indem man dieselbe zuerst mit Wasser, welches mit etwas kohlensaurem Natron versetzt ist, 24 Stunden lang stehen läßt und dann mit kochendem Wasser auszieht.

Paraamylum ($C_{12}H_{10}O_{10}$) findet sich nicht in Pflanzen, sondern in der Infusorienart Euglena viridis in kleinen weißen Körnern. Ist in kaltem Wasser und in verdünnten Säuren unlöslich; in kochendem Wasser aufquellend, ohne einen Kleister zu bilden. Durch kochende Salzsäure wird es in gährenden Zucker verwandelt.

Diastase. Ein angenommener Stoff, der durch die Fähigkeit ausgezeichnet ist, Stärkemehl in Dextrin und Zucker überzuführen, und der sich beim Keimen der Getreidearten in den Kartoffeln bilden soll. Ist aber wahrscheinlich nur ein veränderter Kleber, welcher die zuckerbildende Eigenschaft besitzt. — Die Diastase ist noch niemals rein dargestellt worden.

Gummi. Dieser Name wurde früher fast allen Ausschwitzungen von Pflanzen beigelegt, aber jetzt beschränkt sich derselbe mehr auf gewisse Pflanzen-

substanzen, welche fast unkrystallisirbar, durchsichtig, glänzend, fast oder ganz farblos, ohne Geruch und Geschmack sind, sich in Wasser lösen oder darin erweichen, aber in Alkohol-Aether, Fett und flüchtigen Oelen sich nicht auflösen. Sie bilden, mit Salpetersäure behandelt, Schleimsäure und können in Gummiarten eingetheilt werden, welche in kaltem Wasser unlöslich sind (Arabin, Pflanzenschleim), und in solche, welche nur zu einer Gallerte anschwellen (Traganth oder Bassorin, Cerasin, Pectin). Arabin und Cerasin enthalten Sauerstoff und Wasserstoff in dem Verhältniß wie sie Wasser bilden, und die andern Gummiarten sind in der Zusammensetzung fast ähnlich.

Arabin oder eigentliches Gummi arabicum ist in dem Safte vieler Pflanzen gelöst, namentlich in dem mehrerer Akazienarten, und wird von denselben an der Rinde häufig ausgeschieden, wo es eintrocknet. Es erscheint dann als eine fast farblose, harte, glänzende Masse, von einem milden Geschmack, welche in kaltem Wasser sich auflöst und einen klebrigen Schleim bildet, aus welchem Alkohol das Gummi niederschlägt. Durch basisch-essigsaures Bleioxyd wird in der Gummilösung ein weißer Niederschlag erzeugt, welcher aus einer Verbindung von Gummi mit Bleioxyd ($C_{12}H_{10}O_{10} + PbO$) besteht. Durch Kochen mit verdünnter Schwefelsäure wird das Gummi in Traubenzucker, mittelst Salpetersäure in Schleimsäure verwandelt. Die Zusammensetzung entspricht nach dem Trocknen bei 100° $C_{12}H_{11}O_{11}$, aber bei 130° verliert es 1 Aeq. Wasser.

Pflanzenschleim, eine dem Gummi ähnliche Substanz, welche in vielen Pflanzen, wie z. B. im Leinsamen, in der Althaea (Eibisch) und andern vorkommt. Sie unterscheidet sich von dem Arabin dadurch, daß sie im trockenem Zustande weniger hart und durchsichtig erscheint. Durch Erhitzen mit verdünnter Schwefelsäure wird sie in Traubenzucker übergeführt und ist besonders dadurch charakterisirt, daß sie in kaltem Wasser, leichter noch in kochendem Wasser aufquillt und damit eine dicke Flüssigkeit darstellt, so daß in Wasser unlösliche Stoffe, wie z. B. Fette und Harze, sich mit solchem Gummiwasser fein vertheilen lassen. Sämmtliche Pflanzenschleimarten enthalten viele Mineralstoffe, so z. B. hinterläßt der Schleim des Leinsamens beim Verbrennen 12 % Asche. — Die Zusammensetzung des Pflanzenschleims entspricht der des Arabins.

Bassorin bildet den Hauptbestandtheil des Traganthgummis, welches als ein gummiartiger, dichter Saft aus den im Oriente vorkommenden Astragalus-Arten ausfließt und erhärtet. Diese Gummiart gleicht im Aeußern dem Arabin, aber ist nicht so durchsichtig, und anstatt sich in kaltem Wasser aufzulösen, quillt sie nur zu einer dicken gallertartigen Masse auf, welche sich in Alkalien löst, mit verdünnter Schwefelsäure, gelinder Wärme ausgesetzt, in Traubenzucker und Zellstoff verwandelt wird.

Cerasin hat man den Theil des Gummis der Kirschen-, Zwetschen- und Mandelbäume genannt, welcher in kaltem Wasser unlöslich ist.

Pectin ist die Substanz, welche veranlaßt, daß der Saft einiger fleischigen Früchte, wie Aepfel und Birnen ꝛc., mit Alkohol vermischt gelatinirt, wobei das Pectin oder Pflanzengallerte gefällt wird. Getrocknet ist es dem Gummi oder der Hausenblase ähnlich und bildet mit Wasser eine Gallerte.

Der Einwirkung von Salpetersäure ausgesetzt, erzeugt es Oxalsäure und Schleimsäure. Beim Verbrennen hinterläßt es gewöhnlich 8 % Asche. In Berührung mit Alkalien wird es in Pectinsäure verwandelt, die man leicht aus einer gewissen Anzahl von Pflanzen, z. B. aus zerriebenen gelben Rüben, erhalten kann, wenn man diese mit destillirtem Wasser auswäscht und alsdann 50 Th. des ausgepreßten Rückstandes mit 300 Th. Wasser und 1 Th. Kali kocht, wobei sich das pectinsaure Kali beim Erkalten einer filtrirten Lösung als Gallerte absetzt. Durch Zersetzen dieses Salzes mittelst verdünnter Salzsäure erhält man die Pectinsäure als Gallerte, welche in dünnen Blättchen zusammentrocknet, in Wasser unlöslich und in Alkalien leicht löslich ist. — Die pectinsauren Alkalien stellen im trockenen Zustande gummiartige, im Wasser leicht lösliche Salze dar, deren Lösungen durch einen Zusatz von Alkohol oder Ueberschuß von fixen Alkalien gelatiniren. Die pectinsauren Erden und Metalloxyde sind gelatinös und unlöslich. Getrocknet nehmen Pectin, Pectinsäure und sämmtliche pectinsauren Salze gleichsam eine zellenförmige Structur an. Die in den Johannisbeersäften sowohl, als auch in andern Pflanzensäften auf Zusatz von Zucker gebildete Gallerte ist Pectin oder Pectinsäure. Durch das Kochen solcher Säfte wird wahrscheinlich die Bildung solcher Gallerte befördert, denn man hat erfahren, daß der lösliche Theil unreifer Johannisbeeren nach dem Auswaschen mit Wasser, durch eine Pflanzensäure angesäuert der Siedhitze ausgesetzt, eine beträchtliche Menge Pectin liefert, die wahrscheinlich durch eine Umbildung des Zellgewebes entstanden ist.

Nach neuern Untersuchungen existirt in den Pflanzengeweben, namentlich in den Früchten, eine im Wasser unlösliche Substanz, die Pectose, welche unter Einfluß der schwächsten Säuren in Pectin umgewandelt wird, so daß sie sich nur in reifen und reifenden Früchten finden soll. Läßt man eine Lösung desselben länger kochen, so bildet sich Parapectin, welches sich von dem Pectin dadurch unterscheidet, daß es durch Bleizuckerlösung gefällt wird. Mit verdünnten Säuren gekocht, liefert es Metapectin, charakteristisch dadurch, daß es durch Chlorbarium gefällt wird. Ebenso verwandelt sich die Pectinsäure durch längeres Kochen in lösliche Parapectinsäure, und mehrere Tage sich selbst überlassen, erzeugt sich Metapectinsäure. Durch Erhitzen dieser 3 Säuren bis auf 200° bildet sich eine schwarze Brenzsäure, **Pyropectinsäure**. Pectosinsäure bildet sich aus dem Pectin durch das in den Früchten und Rüben enthaltene Ferment (Pectose genannt), welches durch Alkohol aus dem Safte gefällt werden kann, auf Pectin.

Zusammensetzung der Pectinkörper: Pectin, Metapectin und Parapectin

$C_{64}H_{48}O_{64}$, Pectinsäure $C_{32}H_{20}O_{28} + 2HO$, Pectosinsäure $C_{32}H_{20}O_{28} + 3HO$, Parapectinsäure $C_{24}H_{15}O_{21} + 2HO$, Metapectinsäure $C_8H_5O_7 + 2HO$, Pyropectinsäure $C_{14}H_9O_9$.

Dieser ganze Gegenstand der Pectinkörper bedarf jedoch noch weiterer Forschung.

Apiin ($C_{24}H_{14}O_{13}$), ein leichtes, flockiges, fast farbloses, geruch- und geschmackloses, dem Pectin ähnliches Pulver, welches aus der gewöhnlichen Petersilie durch Auskochen mit Weingeist dargestellt wird. Unterscheidet sich vom Pectin durch seine Löslichkeit in Weingeist.

Zucker. Der Zucker, bekannt durch seinen süßen Geschmack, löst sich in Wasser und Alkohol, zersetzt sich in der Hitze, verwandelt sich durch Salpetersäure in Oxalsäure und Zuckersäure oder Schleimsäure. Die meisten Zuckerarten können unter dem Einfluß gewisser Mittel in Krümelzucker übergehen und sind dann der geistigen Gährung fähig. Die verschiedenen Zuckerarten sind: Rohrzucker, Krümel- oder Traubenzucker, Milchzucker, Mannazucker u. s. w.

Rohrzucker (Ahornzucker, Runkelrübenzucker $C_{12}H_{11}O_{11}$) findet sich in Pflanzensäften, besonders in reichlicher Menge im Zuckerrohr, in der Runkelrübe, im Ahorn ꝛc. Der durch Auspressen erhaltene Saft dieser Pflanzen wird mit Kalkmilch geklärt und rasch eingedampft, wo er beim Erkalten auskrystallisirt. Er wird dann durch Umkrystallisiren, Behandlung mit Kalk oder Eiweiß, so wie mit Thierkohle gereinigt. Geschieht das Erkalten rasch, so erhält man kleine krystallinische Körner, wie im Hutzucker, langsam, große ausgepreßte Krystalle, wie im Kandiszucker. Er bildet dann große durchsichtige, schiefe Säulen, in $1/3$ kaltem Wasser löslich, leichter in heißem Wasser, bei 150^0 schmelzbar, bei 180^0 in eine gummiartige Flüssigkeit übergehend, die beim Erkalten als eine durchsichtige amorphe Masse (Gerstenzucker genannt) erscheint, welche nach und nach krystallinisch undurchsichtig wird. Eine Zuckerlösung verliert überhaupt durch längeres Kochen die Fähigkeit zu krystallisiren. Bei 210^0 verliert der Zucker 2 Aeq. Wasser und verwandelt sich in eine bräunliche, geschmacklose, nicht mehr krystallisirbare und gährungsfähige Masse, Caramel genannt. Durch Kochen mit verdünnter Schwefelsäure verwandelt er sich in Traubenzucker und erzeugt unter Entwicklung von schwefliger Säure und Ameisensäure eine dunkelbraune Flüssigkeit, welche Zuckerschwefelsäure enthält. Durch Salpetersäure wird er in Zuckersäure, Oxalsäure und Kohlensäure zersetzt. Der Rohrzucker dreht die Polarisation eben nach rechts, der Traubenzucker hingegen nach links.

Der Zucker löst viele Metalloxyde auf, welche in Wasser nicht löslich sind, wie z. B. Kupferoxyd, Eisenoxyd ꝛc.; bei Gegenwart von Kali reducirt er viele Metalloxyde. Aus Kupferoxydlösungen, die mit überschüssigem Kali und Zucker versetzt sind, scheidet sich beim Kochen reducirtes rothes Kupferoxydul ab.

Durch Destillation mit Kalk zerlegt er sich in Kohlensäure, Aceton und Metaceton. Er bildet mit Alkalien und Bleioxyd krystallisirbare Verbindungen und wird durch den Käsestoff der Milch in Milchsäure und Buttersäure umgewandelt.

Genießt man den Zuckerstoff neben stickstoffhaltigen Nahrungsmitteln, so kann er nahrhaft genannt werden, und man kann wohl vermuthen, daß er hauptsächlich die Athmung unterstütze und so zur Erzeugung der thierischen Wärme beitrage. Fehlen aber die stickstoffhaltigen Stoffe und man füttert ein Geschöpf mit Zucker, so wird es der Entkräftung anheimfallen.

Der Rohrzucker wird hauptsächlich aus dem Zuckerrohr und den Runkelrüben gewonnen.

Traubenzucker (Krümelzucker, Stärkezucker, Glucose, $C_{12} H_{12} O_{12}$) findet sich in der Natur in dem Safte vieler Früchte, weit häufiger als Rohrzucker, im Honig, im Harne der Harnröhrkranken. Künstlich dargestellt, erhält man ihn durch Kochen von Stärkemehl, Holzfaser, Rohrzucker, Milchzucker, Inulin und Gummi mit verdünnter Schwefelsäure oder durch Zusammenbringen von Malz oder Diastase.

Der Traubenzucker erscheint in weißen kleinen Körnern oder durch langsames Verdunsten einer alkoholischen Lösung in vierseitigen Tafeln oder Würfeln mit 2 M.-G. Krystallwasser, die er unter Schmelzen bei 100^0 verliert, während er sich über 140^0 erhitzt in Caramel verwandelt. Traubenzucker löst sich in $1^1/_2$ Th. kalten und jeder beliebigen Menge siedenden Wassers, seine Lösung ist aber minder süß, als die des Rohrzuckers. Sie liefert ebenfalls prismatische Strahlen im polarisirten Lichte, dreht aber Polarisationsebene nach links. Der Traubenzucker ist gährungsfähig und zerfällt bei Gegenwart von Hefe in Alkohol und Kohlensäure. Er verhält sich gegen Salpetersäure wie Rohrzucker und bildet mit concentrirter Schwefelsäure Zuckerschwefelsäure, mit concentrirter Kalilauge zwei Säuren, die Glucin- und Melasinsäure. Der Traubenzucker wird am besten aus getrockneten Weinbeeren oder Honig oder Stärkemehlsorten dargestellt. Für die letztere Bereitungsweise benutzt man 1 Th. Stärke, 4 Th. Wasser mit $^1/_{100}$ — $^1/_{10}$ Schwefelsäure, indem man diese Mischung 36 — 40 Stunden lang hindurch kocht, oder indem man einen Malzaufguß zu einem Stärkekleister hinzusetzt, welcher bald flüssig wird und sich in wenigen Stunden in Zucker verwandelt. Bei diesem Proceß nimmt das Stärkemehl 4 M.-G. Wasser auf und erzeugt Traubenzucker ($C_{12} H_{12} O_{12} + 2 HO$), so daß 100 Th. reine Stärke 122 Th. Traubenzucker bilden. Ist eine Säure angewandt worden, so neutralisirt man sie mit Kreide und verdunstet die filtrirte Flüssigkeit bis zur Syrupsdicke, wonach sich der Traubenzucker in kleinen walzenförmigen Krystallen abscheidet. Auf ähnliche Weise stellt man diesen Traubenzucker aus Weinbeeren dar. Aus dem Honig gewinnt man ihn, indem man denselben mit Alkohol behandelt, welcher eine andere in dem

Honig enthaltene Zuckerart, den Fruchtzucker, auflöst und den Traubenzucker ungelöst zurückläßt; letzterer wird durch Auflösen, Kochen mit Kohle oder Klären mit Eiweiß gereinigt.

Der Traubenzucker läßt sich von dem Rohrzucker durch die Einwirkung der Basen und Säuren leicht unterscheiden. Mit einer Galle und ein wenig Schwefelsäure schlägt sich eine violette Farbe nieder. Starke Schwefelsäure löst ihn ohne Verkohlung auf, indem sich Zuckerschwefelsäure erzeugt. Alkalien und alkalische Erden, welche den Rohrzucker außer im concentrirten Zustande nicht zersetzen, verwandeln den Traubenzucker rasch in eine braune Masse.

Mit Baryt, Kalkerde und Bleioxyd erzeugt der Traubenzucker eine Verbindung, welche sich auf eine schwierige Weise rein erhalten läßt 2c.

Mit verdünnter Schwefelsäure gekocht, bildet der Zucker zwei Substanzen, welche fast schwarz aussehen, von denen die eine, das Zuckerulmin, in Ammoniak unlöslich, die andere, die Zuckerulminsäure $C_{35}\ H_{10}\ O_{15}$ darin löslich ist.

(Ueber die durch Einwirkung der Salpetersäure auf Zucker entstehende Säuren siehe org. Säuren.)

Anmerkung. Honig ist der aus den Pflanzen, besonders den Nektarien (Honiggefäßen) von den Bienen gesammelte, zum Theil auch wohl in ihrem Organismus umgeänderte süße Saft. Man unterscheidet Jungfernhonig, der aus den Waben bei gelinder Wärme von selbst ausfließt, weißlich und körnig ist, und gemeinen Honig, der durch Auspressen in der Wärme erhalten wird, gelb oder bräunlich und dickflüssig ist.

Milchzucker (Lactin $C_{12}\ H_{10}\ O_{10} + 2\ HO$) findet sich in der Milch der Säugethiere und in den Eiern, auch in den Eicheln, welcher letztere auch als eine besondere Zuckerart, Eichelzucker unterschieden wird. Der Milchzucker wird erhalten, wenn man geklärte Molke (von Butter und Käsestoff befreite Milch) verdunstet, bis sie krystallisirt, und stellt im harten Zustande weiße Krystalle dar, welche sich in 5 — 6 Th. kaltem Wasser und $2^1/_2$ Th. heißem Wasser auflösen, aber im Aether und Alkohol unlöslich sind. Sie schmecken süß und sandig, knirschen zwischen den Zähnen und sind sehr hart. Durch Kochen mit verdünnten Säuren wird der Milchzucker in Traubenzucker verwandelt, aber durch Einwirkung von Salpetersäure erzeugt er Schleimsäure (neben Oxalsäure). Er ist sehr langsam der geistigen Gährung fähig und geht durch Käsestoff in die milchsaure und bittersaure Gährung über.

Anmerkung. Es ist wohl bekannt, daß einige Nationen aus der Milch durch Gährung ein berauschendes Getränk bereiten, man ist daher berechtigt zu glauben, daß er vor der Gährung, wie der Rohrzucker, in Traubenzucker verwandelt wird und jedenfalls gährt die Milch auch nicht eher, als bis eine Säure in derselben gebildet worden ist, die den Milchzucker in Traubenzucker verwandelt.

Der Milchzucker bildet mit Bleioxyd eine neutrale und eine basische Verbindung.

Schleimzucker oder Fruchtzucker ($C_{12} H_{12} O_{12} + XHO$), unkrystallisirbare, sehr süße, das polarisirte Licht stark nach links ablenkender Zucker, der unter allen Zuckerarten in Alkohol am löslichsten ist. Er findet sich in den Früchten in Verbindung mit Krümelzucker, auch besteht der flüssige Theil des Honigs im Wesentlichen aus dieser Flüssigkeit. Von Manchen wird der Fruchtzucker nicht als eigene Art anerkannt.

Schwammzucker oder Pilzzucker findet sich in dem Mutterkorne (Secale cornutum, einem pilzartigen Auswuchs des Roggens), krystallisirt in durchsichtigen rhombischen Prismen, löst sich in Wasser und Alkohol. Zusammensetzung $= C_{12} H_{12} O_{12} + HO$.

Mannit oder Mannazucker ($C_8 H_9 O_8$) gehört zu den Süßstoffen und ist hier als ein durch Gährung hervorgerufenes Zersetzungsproduct zu erwähnen, denn der Mannit unterscheidet sich sowohl durch seine Zusammensetzung von dem Zucker ꝛc., als auch vorzugsweise dadurch, daß er für die geistige Gährung nicht empfänglich ist.

Eichelzucker oder Quercin ($C_{12} H_{12} O_{10}$). Die bereits erwähnte in den Eicheln vorkommende Zuckerart, krystallisirt in farblosen Prismen und schmilzt bei 235^0. Derselbe geht, mit Bierhefe zusammengebracht, nicht in Gährung über und ebensowenig mit faulem Käse.

Eine besondere Zuckerart ist der Sorbit, welcher sich in den Vogelbeeren (Sorbus aucuparia) findet, ebenfalls nicht gährungsfähig ist, farblos erscheint, die Zusammensetzung $C_{12} H_{12} O_{12}$ hat und durch schwachsaure Wasserdämpfe in eine dunkelrothe Säure, Sorbinsäure $C_{32} H_{18} O_{15}$ übergeht.

Inosit oder Muskelzucker ($C_{12} H_{16} O_{16} = C_{12} H_{12} O_{12} + 4 HO$) gehört streng genommen ebenfalls nicht direct zu den Zuckerarten, da er mit Hefe zusammengebracht nicht die geistige Gährung eingeht, aber mit faulendem Käse die Milchsäure- und Buttersäure-Gährung. Er findet sich in der Fleischflüssigkeit, bildet Krystalle von der Form des Gypses, die bei 100^0 4 Aeq. Wasser verlieren, über 210^0 zu einer Masse, die rasch abgekühlt krystallinisch, langsam abgekühlt, amorph erstarrt, und nach dem Lösen im Wasser wieder krystallisirt. Der Zucker krystallisirt nach Abscheidung des Kreatins und mehrerer Säuren durch Zusatz von Alkohol neben schwefelsaurem Kali aus. Die in etwas warmem Wasser gelösten Krystalle schießen aus der Lösung ganz farblos 3 — 4''' lang an und schmecken sehr süß.

Algenzucker, eine besondere Zuckerart, welche sich in Protococcus vulgaris, einer Alge, findet, aber ebenfalls nicht gährungsfähig ist.

II. Familie der eiweißartigen Stoffe oder Blutbilder.

Diese außerordentlich wichtige Klasse von Verbindungen, welche Pflanzen und Thieren gemein sind, enthalten als wesentliche Bestandtheile Stickstoff und Schwefel. Es giebt deren 3 an der Zahl.

Pflänzliches und thierisches Eiweiß (Albumin),

Pflänzliches und thierisches Caseïn (Käsestoff),

Pflänzliches und thierisches Fibrin (Faserstoff),

welche noch gewisse abgeänderte Formen, wie z. B. das Emulsin, haben.

Anmerkung. Der Name „eiweißartige Stoffe" ist diesen stickstoffhaltigen Körpern gegeben wegen ihrer Aehnlichkeit, die sie mit dem Eiweiß, dem ersten Repräsentanten dieser Klasse, haben. Blutbilder nennt man sie, weil sie im Stande sind, in dem thierischen Organismus Blut zu bilden und die einzigen Verbindungen der Art sind. Sie sind die schöpferigen oder bildenden Stoffe der Ernährung.

Ihr allgemeiner Charakter ist, daß sie der Krystallform ermangeln, sehr zusammengesetzt sind und auch sämmtlich in gewissen chemischen Eigenschaften mit einander übereinstimmen; so lösen sie sich z. B. bei Zutritt der Wärme in Kalilauge auf, wodurch eine Lösung entsteht, welche Bleisalze schwärzt, ein Beweis, daß Schwefel im nicht oxydirten Zustande vorhanden ist. Sie lösen sich ferner auch alle mit Hülfe von Wärme in starker Chlorwasserstoffsäure auf, indem eine purpurfarbene Lösung entsteht, welche nach einiger Zeit in eine dunkelbraune übergeht. Durch Schwefelsäure und Braunstein liefern sie einander ähnliche Zersetzungsproducte. Der Luft bei einer gewissen Temperatur ausgesetzt, gehen sie, unter Bildung sehr übelriechender Producte, in Verwesung über und wirken in diesem Zustande als Fermente oder Gährungserreger. Sie zeigen eine große Aehnlichkeit in der Constitution, denn ihre Zusammensetzung ist so nahe dieselbe, daß sie als isomer angenommen wurde. Früher hielt man sie für Verbindungen eines und desselben angenommenen schwefelfreien Radikals, des Proteins und nannte sie daher Proteinkörper.

Eiweiß (Albumin) findet sich in Pflanzensäften theils aufgelöst, und theils, wie in den meisten Samen, z. B. Nüssen, Mandeln, Senfkörnern, in fester Form. Ferner findet es sich im Blute, in den Eiern, im Safte des Fleisches und anderen thierischen Flüssigkeiten. Das Eiweiß ist in seinem natürlichen Zustande in kaltem Wasser löslich und das Weiße der Vogeleier, so wie das Eiweiß oder Serum des Blutes ist einfach eine concentrische Lösung desselben, die im erstern Falle eine klebende und gummiartige Beschaffenheit besitzt. Erhitzt man das Eiweiß kurze Zeit bis zu einer Temperatur von 60—70°, so tritt eine Gerinnung ein und das geronnene Eiweiß ist dann in Wasser nicht mehr löslich. Durch Säuren, Kreosot, Sublimat, gelbes Blutaugensalz und Galläpfelaufguß wird es gerinnbar gemacht. Am meisten wird aus dem Weißen des Eies und aus dem Serum des Blutes erhalten, indem man das Alkali, wenn es darin befindlich ist, mit Essigsäure neutralisirt und alsdann

kaltes Wasser hinzusetzt, welches das Absetzen durchsichtiger Flocken veranlaßt, die mit Wasser ausgewaschen, das Aussehen des Mehlkleisters haben und bei gelinder Hitze getrocknet ziemlich reines Eiweiß darstellen, welches jedoch immer noch phosphorsaure Alkalien und Erden enthält. Auch durch Alkohol wird das Eiweiß aus einer wässerigen Lösung niedergeschlagen und durch Behandeln mit absolutem Alkohol in einen, in Wasser ebenfalls unlöslichen Zustand übergeführt, in welchem es sich jedoch in schwachen Salzlösungen löst, indem es eine durch Wärme gerinnbare Flüssigkeit bildet. Das geronnene Eiweiß trocknet zu einer gelblichen durchsichtigen Masse zusammen, welche in kaltem Wasser wieder oben aufschwimmt. Eine Lösung des Eiweißes wird bei 60⁰ trübe, bei 75⁰ wird es aus der Lösung in weißen unlöslichen Flocken gefällt. In trocknem Zustande als bernsteinähnliche, geruch- und geschmacklose Masse läßt es sich bis auf 100⁰ erhitzen. Das unlösliche Eiweiß oder Gerinnsel zersetzt Wasserstoffüberoxyd nicht. Es verbindet sich mit Alkalien zu Albuminaten. Lösliches Eiweiß besitzt die Eigenschaft, viermal mehr Zucker in Milchsäure zu verwandeln, als unlösliches. Geht Eiweiß in Fäulniß über, so erzeugt es unter andern Producten, Schwefelwasserstoff oder Schwefelwasserstoff-Ammoniak, wie wir es bei der Fäulniß der Eier wahrnehmen, und erhitzt verbreitet es den Geruch von verbranntem Horn. Mit Säuren oder trocknem Alkali erhitzt liefert es verschiedene Zersetzungsproducte. Die Zersetzung des Eiweißes ist außer phosphorsauren Salzen, $C_{216} N_{36} S_3 H_{159} O_{68}$. Das Eiweiß dient als eines der kräftigsten Nahrungsmittel und wir genießen es in mancherlei Formen. Kommt es gelöst in den Magen, so scheint es zuerst hier immer geronnen und erst nachher wieder gelöst und aufgesaugt zu werden. Eiweißlösungen dienen ferner zum Klären trüber Flüssigkeiten, zum Glattmachen in den Kattundruckereien, zum Vergolden u. s. w.

Das Eiweiß hat verschiedene Varietäten, so z. B. das Emulsin, welches die Eigenthümlichkeit besitzt, im Amygdalin eine Gährung hervorzurufen, durch welche das Bittermandelöl erzeugt wird; es wirkt demnach als Ferment. Ferner kann der milchichte oder eiweißhaltige Stoff des Senfs ebenfalls als eine Varietät des Albumins betrachtet werden, welche die Fähigkeit besitzt, als ein Ferment zu wirken.

Globulin (Krystallin), ein Stoff, welcher zwischen dem Eiweiß und Käsestoff in der Mitte steht, bildet einen Hauptbestandtheil der Blutkörperchen im Blute und ist in concentrirter Lösung in den Zellen der Krystalllinse des Auges enthalten; er unterscheidet sich von dem Eiweiß dadurch, daß er erst bis zu 93⁰ erhitzt milchichtes Gerinnsel bildet, welches stets trübe durch ein Filtrum geht und ferner aus seiner alkalischen oder ungesäuerten Lösung durch Zusatz neutraler Alkalisalze beim Kochen gefällt wird, eine Eigenschaft, die keinem andern eiweißhaltigen Körper zukommt.

Vitellin oder Albumin des Eigelbes enthält weniger Schwefel als

gewöhnliches Eiweiß, ist aber nach neuern Untersuchungen als eine Gemenge von Eiweiß und Käsestoff zu betrachten.

Fibrin (Faserstoff) findet sich in Pflanzensäften, in verschiedenen Samen, besonders in dem der Cerealien, im Blute, im Chylus oder in der Nährungsflüssigkeit, in der Lymphe ꝛc. und ist ferner ein Hauptbestandtheil der Muskelfaser. Sowohl das Fibrin der Pflanzensäfte, als auch das des Blutes, wie überhaupt in Lösung befindliches Fibrin gerinnt von selbst beim Stehenlassen und ähnelt dem geronnenen Eiweiß; das Fibrin des Blutes schließt beim Gerinnen rothe Kügelchen ein und bildet den Blutkuchen, wird aber das Blut beim Abziehen umgerührt, so wird die Faserstoffmasse frei von den Kügelchen erhalten und erscheint weiß. — Aus dem Samen der Cerealien erhält man das Fibrin, wenn man das Mehl derselben mit etwas Wasser zu einem Teige knetet und alsdann einen feinen Wasserstrahl darauf einwirken läßt. Hierdurch wird das Stärkemehl weggeführt und es bleibt eine klebrige graue zähe Substanz, Kleber genannt, zurück, aus welcher durch siedenden Weingeist der sogenannte Pflanzenleim aufgelöst wird, während das Pflanzenfibrin in Form einer grauen Masse ungelöst bleibt.

Die Zusammensetzung der reinen Faser des Fleisches und des Mehles entspricht der des Eiweißes aus dem Blute, nämlich $C_{216}\,N_{27}\,S_2\,H_{169}\,O_{68}$ nebst phosphorsauren Salzen; die des Blutfibrins hingegen nebst jenen Salzen: $C_{298}\,H_{228}\,N_{40}\,S_2\,O_{92}$. Das Fibrin des Weizenmehls und das der Muskel lösen sich beide in schwacher Salzsäure (1 Tropfen auf 2 Loth Wasser, unter Bildung einer trüben Flüssigkeit, in welcher Kochsalz eine Gerinnung verursacht. Das Fibrin des Blutes schwillt in derselben Säure zu einer schönen Gallerte auf, löst sich aber nicht darin, welches wahrscheinlich von einigen Verschiedenheiten der phosphorsauren Salze herrührt.

Geronnenes Fibrin, sowohl animalisches wie auch vegetabilisches erleidet, wenn man es mit Wasser übergießt und sich selbst überläßt, eine Veränderung, indem ein kleiner Theil in Fäulniß übergeht und das Uebrige aufgelöst wird. Als Zersetzungsproducte des Fibrins, welche zugleich auch durch Zersetzung des Albumins, Käsestoffs und Horns mittelst Erwärmung und Einwirkung von Säuren und Alkalien, so wie auch durch Fäulniß erhalten werden, sind Leucin und Tyrosin zu erwähnen.

Leucin, $C_{12}\,NH_{13}\,O_4$, ist auch ein natürliches Product in der Kalbsleber, krystallisirt in farblosen Schuppen, welche flüchtig sind, und beim Erhitzen mit Kali Valeriansäure, Kohlensäure und Wasserstoff liefern.

Das Tyrosin, $C_{18}\,NH_6\,O_6$, erscheint in weißen faserigen Krystallen, welche in kaltem Wasser und Alkohol schwach löslich, aber löslicher in heißem Wasser sind.

Casein oder Käsestoff, die dritte Hauptform der blutbildenden Stoffe, findet sich ebenfalls wie die beiden andern im Samen der Pflanzen, in größter

Menge in dem der Leguminosen (daher auch Legumin genannt). In Pflanzensäften findet es sich nur in geringer Menge und im Thierreiche kommt es namentlich in der Milch vor. Es unterscheidet sich vom Fibrin und Albumin dadurch, daß es nicht von selbst oder durch Wärme gerinnt und dadurch, daß es eine Haut bildet, wenn die Lösung desselben verdunstet wird. Die Zusammensetzung entspricht, außer den darin enthaltenen phosphorsauren Salzen, $C_{288} N_{36} S_2 H_{228} O_{90}$, und es findet in dieser Beziehung zwischen dem vegetabilischen und animalischen Caseïn kein Unterschied Statt. Durch verdünnte Säuren, welche nicht im Stande sind, das Albumin gerinnend zu machen, wird auch dieser Einfluß auf das Caseïn ausgeübt, aber von Alkalien wird es leicht wieder aufgelöst.

In der Milch, welche alkalisch ist, findet sich das Caseïn neben Milchzucker, verschiedenen Salzen und vertheiltem Oel oder Butter aufgelöst. Wird die Milch sauer, so wird deren Alkali neutralisirt und durch die Milchsäure, welche durch Gährung des Milchzuckers sich erzeugt, überwältigt und das Caseïn gerinnt endlich in Folge der Gegenwart von freier Milchsäure. Uebrigens kann das Caseïn in dem thierischen Körper ohne Zweifel Eiweiß und Fibrin bilden, weil es in jungen Wesen der Thierwelt, welche allein mit Milch ernährt werden, Blut und Muskeln erzeugt und die Milch keinen andern Blutbilder enthält, wie Caseïn. Käse ist geronnenes und gepreßtes Caseïn, aus gut ausgerahmter Milch bereitet, ziemlich rein, aus süßer Milch und Rahm dargestellt noch sehr butterhaltig. — Der Aufguß einer Schleimhaut von Magen junger Kälber (Lab) enthält Eiweiß oder eine andere Substanz von ähnlicher Natur, im Zustande der Verwesung, d. h. der Zersetzung; bringt man ihn daher mit Milchzucker in Berührung, so verwandelt sich ein Theil in Milchsäure und veranlaßt eine Gerinnung der Milch und es entsteht der sogenannte Quark, ein unreines Caseïn. Reines Caseïn wird erhalten, wenn man das aus der Milch durch Salzsäure gefällte Gerinnsel zuerst in kohlensaurem Natron löst, die Lösung von dem als Rahm sich abscheidenden Fett trennt und durch Zusatz von Salzsäure fällt, den Niederschlag mit Aether von Fett befreit. Das Caseïn scheidet sich aus der wässerigen Flüssigkeit in dicken farblosen Flocken ab, und bildet im getrockneten Zustande eine feste, gelbe, hornartige, geruch- und geschmacklose Masse.

Das Caseïn der Erbsen und Bohnen wird durch Vermischen der Samen mit Wasser erhalten, indem man das Stärkemehl sich absetzen läßt. Man erhält dann eine trübe Caseïnlösung.

Das Caseïn ist das eigentliche Ferment für Milch- und Buttersäuregährung. Die Zersetzungsproducte desselben stimmen fast ganz mit denen des Albumins und Fibrins überein. Mit Kali geschmolzen liefert das Caseïn Leucin, Tyrosin und Valeriansäure.

Anhang zu den Blutbildern.

Als den 3 Blutbildern verwandte und daher gehörende Stoffe sind mehrere nähere und entferntere Abkömmlinge zu erwähnen und mehrere derselben scheinen einfach Albumin, Fibrin oder Caseïn zu sein. Solche sind z. B. das Fungin aus den Schwämmen, Gliadin, der leimartige, in Weingeist lösliche Antheil des Klebers, im Weizenmehl und Diastase, das angenommene Princip des Malzes, welches Stärkemehl in Zucker verwandelt und als ein Fibrin in verändertem Zustande betrachtet werden kann, dessen Einwirkung auf Zucker von diesem Zustande abhängt, welche eintritt, wenn Getreidekörner angefeuchtet werden und man dieselben wie beim Malzen keimen läßt. — Die Substanz des Horns und der Federn scheint ebenfalls eine Abänderung des Eiweißes zu sein, auch thierischer Schleim ist im trockenen Zustande dem Eiweiß sehr ähnlich.

Die Diastase ist rein noch nicht dargestellt worden, wird im unreinen Zustande durch Zerreiben des Malzes mit ein wenig Wasser erhalten, indem man die Mischung auspreßt und genug Alkohol zusetzt, um das Eiweiß so abzuscheiden, und durch wiederholtes Auflösen in Wasser und Fällen mittelst Alkohol gereinigt und endlich bei einer Temperatur von 36—45° getrocknet. Sie besitzt in einem hohen Grade die Macht, die Verwandlung einer Stärkemehllösung in Stärkegummi (Dextrin) und Zucker zu bewerkstelligen. 1 Theil verwandelt 2000 Theile Stärke in Dextrin, nebst ein wenig Zucker. Um das Malz zur Erzeugung der Diastase zu gewinnen, wird gewöhnlich Gerste in Wasser eingeweicht und in geeigneten Räumen dem Luftzutritt bei einer Temperatur von etwa 12° ausgesetzt (das Malzen).

Ferment (Hefe) bildet sich bei verschiedenen Gährungsprocessen und besitzt die Eigenschaft im Most, Würze (Bierwürze) ꝛc. die Gährung einzuleiten, d. h. Zucker und Alkohol in Kohlensäure zu zersetzen. In feuchtem Zustande hat sie ein graulich-gelbes schmutziges und getrocknet ein hornartiges Ansehen. Unter dem Mikroskop erscheint sie im feuchten Zustande in Form sphärischer Kügelchen, welche als an einander gereihete und oftmals neben einander haftenden Pflanzenzellen erscheinen, die, wie jede wirkliche Pflanzenzelle, einen Kern einschließen. Man unterscheidet gewöhnlich zweierlei Hefe, nämlich Oberhefe und Unterhefe; erstere scheidet sich an der Oberfläche der gährenden Flüssigkeit ab, letztere sammelt sich auf dem Boden derselben an. Die Form beider Hefenarten ist nicht wesentlich verschieden und auch in chemischer Beziehung findet kein Unterschied Statt, dagegen ist die Anordnung der Hefenkügelchen der beiden Arten von einander abweichend. Ferner bildet sich die Oberhefe bei einer Temperatur von 18—25°, die Unterhefe zwischen 0 und 7°, so daß die Vegetation der beiden angenommenen Pflanzen dennoch eine verschiedene Temperatur erfordert. Die Unterhefe unterscheidet sich von der Oberhefe besonders dadurch, daß sie aus einer Menge einzelner Zellen von verschiedener Größe besteht, die unter einander keinen Zusammenhang zeigen und sich vermuthlich dadurch vermehren, daß die einzelnen Zellen zerplatzen und aus jedem Körnchen des Inhalts sich eine neue Zelle bildet. Die Oberhefe besteht aus ovalen Zellen, welche meistens mit kleinern Nebenzellen verbunden in der Flüssigkeit herumschwimmen. Sie bewirkt in zuckerhaltigen Pflanzensäften eine rasche, stürmische Gährung, wobei die Gasbläschen die Hefentheilchen in die Höhe heben und als Schaum oben erhalten; die Unterhefe bewirkt dagegen eine im Verhältniß langsame und länger dauernde Gährung. Eine feine mechanische Zertheilung hebt die gewöhnliche Gährungszeit der Hefe auf, denn wenn die Zellen auf diese Weise zerstört sind, so bringt dieselbe in einer Zuckerlösung keinen Alkohol, sondern Milchsäure hervor. Vollständiges Austrocknen der Hefe bei 100° und Auskochen mit Wasser benimmt der Hefe ihre gährungerzeugende Kraft, wiewohl eine ausgekochte Hefe,

dieselbe wenigstens in vermindertem Grade wieder erhält. Außerdem wirken aber manche chemische Agentien, wie Schwefelsäure, Salpetersäure, reine Alkalien, gänzlich zerstörend auf ihre Wirksamkeit ein.

Die Hefe findet eine ausgedehnte Anwendung in den Gewerben, besonders in der Bierbrauerei, Brennerei und Bäckerei. Beim Aufbewahren in gewöhnlicher Temperatnr verliert sie sehr rasch ihre Wirkung; möglichst von Flüssigkeit befreit (Preßhefe) und in niedriger Temperatur aufbewahrt, behält sie ihre Wirksamkeit 2 bis 3 Wochen lang unverändert.

Leimgebende Stoffe (nähere Abkömmlinge der Blutbilder).

Thierische Gallerte (Leim) findet sich in der Haut, überhaupt in gewissen Geweben und Zellenhäuten (Sehnen, Faserhäuten) des thierischen Körpers. Löst sich in heißem Wasser auf und bildet beim Erkalten eine Gallerte.

Knochenleim. Wird durch Auskochen der Knochen, Sehnen ꝛc. mit Wasser erhalten. Rein stellt man denselben durch Auskochen der Hausenblase (der innern Haut der Schwimmblase, des Hausen, Acipenser Sturio, A. Huso) dar. Nach dem Eindampfen und Trocknen bleibt der Knochenleim als eine farblose durchsichtige Masse zurück, welche die obige Eigenschaft besitzt, sich in Alkohol, Aether, fetten und ätherischen Oelen nicht löst. Die Eigenschaft, Gallerte zu bilden, hängt von der Gegenwart phosphorsaurer Salze ab. Die Zusammensetzung des Knochenleims entspricht $C_{82}\,N_{13}\,H_{67}\,O_{32}$ oder nach Mulder $C_{13}\,H_{10}\,N_2\,O_3$.

Knorpelleim oder Chondrin wird durch länger fortgesetztes Kochen der Knorpeln erhalten, ist dem Knochenleim ähnlich, unterscheidet sich aber von demselben dadurch, daß er durch Alaun, Bleizucker, Essigsäure und Salzsäure, welches bei jenem nicht der Fall ist, gefällt wird. Quecksilberchlorid, Platinchlorid und Gerbsäure fällen beide Gallertarten. Die Zusammensetzung entspricht $C_{72}\,N_9\,H_{59}\,O_{32}$, nebst phosphorsauren Salzen.

Die thierische Gallerte ist nicht geeignet Blut zu bilden, und in Speisen nur nützlich um Membran zu erzeugen. — Sie bildet, mit Kalilauge behandelt, unter andern Zersetzungsproducten, Leucin und Glycocoll ($C_4\,NH_5\,O_4$).

Die Knochen enthalten 37 bis 44 Proc. Gallerte, nebst Gefäßen, Nerven ꝛc. Die übrigen Bestandtheile sind erdige Stoffe und unter diesen hauptsächlich phosphorsaurer Kalk, außerdem phosphorsaure Talkerde, Fluorcalcium; in gebranntem Zustande auch kohlensaurer Kalk. — Durch Glühen der Knochen oder Zähne in bedeckten Tiegeln oder verschlossenen Cylindern erhält man Knochenkohle oder Beinschwarz als schwarze Masse aus Knochenerde und Kohle bestehend, deren Eigenschaften im unorganischen Theile erwähnt worden sind (siehe Kohlenstoff). Weitere Abkömmlinge der eiweißartigen Stoffe sind: das Fibroïn, Neossin und Chitin.

Fibroïn ($C_{39}\,H_{31}\,N_6\,O_{17}$) eine weiße, glänzende, zerreibliche, geruch- und geschmacklose Masse, welche sich in der Seide, den sogenannten Herbstfäden

und im Badeschwamm, findet; sie bleibt zurück, wenn man Seide mit Wasser und Essigsäure kocht.

Neossin ($C_{22} N_2 H_{17} O_8$), eine in getrocknetem Zustande weiße Masse, welche in Wasser zu einer Gallerte aufquillt. Findet sich in den indiaschen Schwalbennestern und wird daraus erhalten, indem man dieselben abwechselnd mit Weingeist und Wasser kocht.

Chitin. Eine durchscheinende, farblose, in Alkalien und Wasser unlösliche, aber in starker Schwefelsäure aufquellende Masse, ($= C_{17} NH_{14} O_{11}$) findet sich in den Flügeldecken der Käfer und dem Panzer des Krebses.

Entferntere Abkömmlinge oder Zersetzungsproducte der eiweißartigen Stoffe unter Mitwirkung des lebenden Körpers.

Gallenstoffe. — Galle. Die flüchtige, klebrige, ölige Flüssigkeit von grünlichgelber Farbe, sehr bitterem Geschmack und süßem Nachgeschmack mit etwa 90 Proc. Wasser, wird aus dem Blute, in welchem sie stets in geringer Menge vorhanden ist, durch die Leber abgesondert und sammelt sich in der Gallenblase oder in den Gallengängen, von wo sie sich während der Verdauung in den Zwölffingerdarm ergießt und dann nach den verschiedenen Richtungen aus dem Körper in Form verschiedener oxydirter Producte hauptsächlich der Kohlensäure, des Ammoniaks, des Wassers, Kochsalzes und der Schwefelsäure ausgetrieben wird. Der Farbstoff des Koths ist nicht Galle, sondern nur ein kleines Bruchstück der ganzen Leberabsonderung. Die Galle ist vollkommen mischbar mit Wasser und ihre Lösung gerinnt wie Seife. — In der Gallenblase kommt sie mit Schleim gemischt vor, von welchem sie durch Auflösen mit Alkohol abfiltrirt werden kann. Trocken ist sie dunkelgrün, gepulvert blasser und kann durch Entfärbung der weingeistigen Lösung von Thierkohle fast weiß erhalten werden. — Ihre Lösung reagirt neutral oder schwach alkalisch.

Die Zersetzungsproducte der Galle sind auf der einen Seite Ammoniak und Taurin, auf der andern Seite sehr merkwürdige Säuren, z. B. Cholsäure und Choleïnsäure, an Natron gebunden.

Cholsäure ($C_{52} NH_{45} O_{12}$) krystallisirt in weißen seidenglänzenden Nadeln, die in kaltem Wasser schwer, in kochendem etwas löslich sind. Die Lösung ist schwach süßlich und etwas bitter, röthet Lackmus und löst sich äußerst leicht in Alkohol. Sie wird erhalten, wenn man die Lösung der trocknen Galle, mit Aether gemischt, der Ruhe überläßt. Es scheiden sich dann kleine Krystalle von cholsaurem und choleïnsaurem Natron ab, welche, mit Schwefelsäure versetzt, Cholsäure liefern, die durch Mineralsäuren oder Alkalien zersetzt wird, durch Schwefelsäure und Zucker eine violette Färbung erleidet. Mit Wasser gekocht, liefert sie die isomere Paracholsäure.

Mit Kali gekocht erzeugt die Cholsäure die Cholalsäure ($C_{48} H_{40} O_{10}$) und das Glycocin oder Glycocoll, welches auch durch Kochen des Kali

mit Leim erhalten wird, in großen durchsichtigen Krystallen erscheint, in Wasser löslich ist und sehr süß schmeckt. Mit Säuren gekocht liefert die Cholsäure die Choloïdinsäure, welche harzartiger Natur ist, nicht krystallisirt, in Wasser unlöslich ist, sich aber in Alkohol löst und $C_{48} H_{39} O_9$ entspricht.

Die zweite wichtigste Säure der Galle ist die Choleïnsäure ($C_{52} NS_2 H_{45} O_{14}$), an Geschmack und mehren Eigenschaften der Cholsäure sehr ähnlich. Ihre Salze krystallisiren aber nicht so leicht wie diejenigen dieser Säure. Mit Kali gekocht erzeugt sie Chalalsäure und einen neuen Körper, das Taurin. Mit Säuren gekocht bildet sie unter Anderm die Choloïdinsäure.

Taurin ($C_4 NS_2 H_7 O_6$) erscheint in großen, feinen Prismen, welche neutral sind und einen kühlenden Geschmack besitzen. Es ist sehr beständig und wegen des bedeutenden Gehalts an Schwefel, bis mehr als 24 Procent, eine sehr merkwürdige Verbindung.

Die Galle kann der Hauptsache nach, als eine Mischung von choleinsaurem und cholsaurem Natron betrachtet werden. Die Galle der Schlangen und Fische besteht aus reinem choleïnsaurem Natron und enthält über 6 Procent Schwefel. Die Galle des Schweins ist hauptsächlich aus dem Natronsalz, einer eigenthümlichen Gallensäure, der Hyocholsäure ($C_{54} NH_{43} O_{30}$) zusammengesetzt.

Die Gegenwart von Galle kann durch zwei Reactionen erkannt werden, indem sie durch Salpetersäure zuerst eine grüne, alsdann blaue, violette und endlich gelbe Farbe erhält. Sie läßt sich daher im Harn, im Serum des Blutes oder Chylus bei krankhaften Zuständen leicht erkennen. Die zweite sehr empfindliche Probe ist die, daß durch Zusatz von ein wenig Schwefelsäure zu einer Galle- und Traubenzucker- oder Harnzucker- haltigen Lösung eine vorübergehende Purpurfarbe erzeugt wird. Der Farbstoff der Galle, ohne Zweifel ein Zersetzungsproduct der Blutkörper, ist noch nicht näher untersucht worden.

Cholesterin, eine eigenthümliche, krystallisirbare, fette Substanz, ist in der Galle in geringer Menge, in den Gallensteinen aber reichlich enthalten. Liefert durch Salpetersäure oxydirt Cholesterinsäure ($C_8 H_4 O_4 HO$).

Sehr häufig kommen in der Gallenblase, seltener in der Leber oder in den Gallengängen Concretionen vor, welche in Folge von Niederschlägen aus der Galle entstehen und daher Gallensteine genannt werden, so sind z. B. die orientalischen Bezoarsteine, welche von Antilopen abstammen sollen, offenbar Gallenabsonderung. Sie bestehen namentlich aus der Lithofellinsäure, welche in Wasser unlöslich ist, sich aber in Alkohol löst und auch krystallisirt. Sie entspricht der Zusammensetzung $C_{40} H_{36} O_8$.

Gehirn- und Nervenmaterie.

Die chemischen Kenntnisse von dem Gehirn sind im Ganzen wenig vorangeschritten. Es enthält fast 80 Proc. Wasser, 7 Proc. Eiweiß oder eine eiweiß-

ähnliche Substanz und mehrere fette Körper, von denen einer Cholesterin sein soll und ein anderer schön krystallisirt. Es sind ferner auch zwei eigenthümliche Säuren darin enthalten, von denen die eine die Cerebrinsäure ist, deren Zusammensetzung zwischen der Fettsäure und der des Albumins liegt, und wahrscheinlich eine gepaarte Verbindung ist. Die andere ist eine ölartige Säure, welche eine beträchtliche Menge Phosphorsäure mit einem neutralen Oele (Cerebroleïn) vereinigt enthalten soll und Oleophosphorsäure genannt wird.

Man weiß bis jetzt noch nicht, wo die Nervenmaterie gebildet wird und muß annehmen, daß sie den Nerven im Blute überliefert wird. Das Blut enthält aber fettartige Stoffe, unter denen das Cholesterin einen Theil des Gehirns bilden soll. Ist dem wirklich so, dann unterstützt die Leber vielleicht bei der Erzeugung der Gehirnverbindungen, welche nach der Bildung im Blute aufgelöst oder in der Galle vertheilt zum Theil überliefert werden.

Der pankreatische Saft, welcher, wie man sagt, die Auflösung von Fett unterstützt, kann ebenfalls möglicher Weise einen Antheil an der Bildung der Nervensubstanz haben.

Milch; diese wichtige Absonderung besteht hauptsächlich aus Wasser, welches Caseïn, Milchzucker und Salze, namentlich des Kali enthält. In dieser Lösung, welche im natürlichen Zustande durchscheinend und halbdurchsichtig ist, ist eine als Butter bekannte ölartige Materie vertheilt, welche namentlich aus margarinsaurem (stearin- uud palmitinsaurem) Glycerylo̧xyd, Olein oder einem ölsauren Salze derselben Basis, so wie einer kleinen Menge verschiedener neutralen Oele besteht, welche Glycerylo̧xyd mit Buttersäure, Capronsäure, Capryl- und Caprinsäure vereinigt enthalten und zwar verdankt auch diesen Oelen die Butter ihren Geschmack.

Die flüchtigen Fettsäuren der Milch, ausgenommen die Margarinsäure, sind nur solche die 8, 12, 16 und 20 Aeq. Kohlenstoff enthalten. Wird Milch an der Luft verdunstet, so bildet sich ein unlösliches Häutchen, welches sich schnell erneuert. Die Milch erleidet hauptsächlich an der Luft eine eigenthümliche Veränderung. Das Caseïn geht eine Zersetzung ein, und diese Zersetzung geht auf den Zucker über, welcher ein wenig Milchsäure liefert, die das nicht zersetzte Caseïn veranlaßt zu gerinnen. — In geronnener Milch wird der Milchzucker bei 25 bis 30° in Traubenzucker übergeführt und es erfolgt die weinige Gährung. Gegohrene Milch liefert destillirt einen Weingeist, welcher Spuren von Butteräther enthält.

Zucker mit Caseïn bei etwa 40° der Gährung überlassen, läßt Kohlensäure und Wasserstoffgas, unter Bildung einer großen Menge von Buttersäure, entweichen.

Die hauptsächlichsten Mineralsubstanzen in der Milch sind Kali und phosphorsaurer Kalk. Die Mengen der Milchbestandtheile sind sehr wechselnd, gewöhnlich enthält sie 86 Proc. Wasser, 4 bis 7 Proc. Caseïn, 3,5 bis 5,5 Butter

und 3,5 bis 5,5 Milchzucker und Salze. In einer Kuhmilch wurden z. B. folgende Mengen gefunden: 3 Butter, 4,6 Milchzucker und in Alkohol lösliche Salze, 5,1 Caseïn und unlösliche Salze, 87,3 Wasser.

Colostrum oder die erste Milch nach der Geburt, weicht von der normalen Milch durch einen Gehalt von 15 bis 25 Proc. Albumin mit weniger Caseïn, Butter und Milchzucker ab.

Käse befindet sich in einem beginnenden oder fortschreitenden Zustande der Zersetzung oder Fäulniß. In feinen Käsesorten ist eine große Menge Butter vorhanden und der Geruch kann den flüchtigen Säuren derselben zugeschrieben werden. Einige Sorten sind voll von Augen, d. h. Höhlungen, welche durch die Bildung der Gasblasen veranlaßt werden, und in diesen Höhlungen wird zuweilen eine Flüssigkeit gefunden, die freies Ammoniak, ein Zersetzungsproduct, enthält, welches den Geruch und Geschmack bedeutend vermehrt. Zeigt sich ein blauer Schimmel im Käse, so ist dieser in einer raschen Bewegung begriffen. Die besten Käse werden fast lediglich aus Rahm bereitet. Andere, wie die holländischen und feinen englischen Käse, stellt man aus frischer ungerahmter Milch oder aus Mischungen von dieser mit Rahm dar; jedoch wird an verschiedenen Orten mehr oder weniger Salz neben verschiedenen Methoden zur Gerinnung benutzt.

Magensaft. Dieser Saft ist, wie er aus dem Magen hingerichteter Verbrecher abgezogen wurde, farblos oder schwachgelb, deutlich sauer und enthält neben Chlorverbindungen des Kaliums und Natriums freie Säuren. Die Eigenschaft z. B. Eiweiß, Fibrin, Caseïn 2c. aufzulösen und zu verdauen, rührt theils von der Gegenwart der freien Säuren her und theils von der Schleimhaut des Magens, die zum Theil getrennt wird und sich in einem Zustande der Veränderung befindet. Der Magensaft verwandelt sowohl außerhalb als auch in demselben das Albumin, Fibrin 2c. in Chymus (rohen Milchsaft) d. h. wenn die Temperatur des Magens beibehalten wird.

Fleischsaft. Die Muskelmasse der thierischen Körper ist hauptsächlich aus der durch Blut gefärbten Muskelfaser (Fibrin) zusammengesetzt, die in unzähligen kleinen Gefäßen, nämlich jedem Gefäße des Nerven- und Zellgewebes enthalten ist. Mehr als $^3/_4$ ihres Gewichts ist Wasser, welches, indem es mannigfaltige Substanzen in Lösung enthält, jeden Theil der Masse durchdringt und den sogenannten Saft des Fleisches bildet. Diese Flüssigkeit ist nur in besondern kleinen Gefäßen oder in den Zellen des Zellgewebes enthalten, und wenn das Fleisch zerschnitten und gepreßt wird, so wird der Saft mehr oder weniger mit Blut gemischt erhalten. Die beste Methode ist, das zerschnittene Fleisch mit Wasser zu mischen, die Masse auszuquetschen und diesen Proceß, wenn es nöthig ist, zu wiederholen. Auf diese Weise wird der Saft in etwas verdünntem Zustande und recht frei von Blut erhalten. Die Flüssigkeit ist gleichförmig und stark sauer. Die vorhandenen Säuren sind Milchsäure, Phosphorsäure, beide in großer

Menge, eine stickstoffhaltige Säure, die Inosinsäure ꝛc.; als Basen hauptsächlich Kali, außerdem etwas Natron, namentlich als Chlornatrium, ferner Talkerde, Kalkerde und Kreatin zu erwähnen. Diese letztere Substanz, eine organische Base, ist erst in der Suppe oder im Fleischextract beobachtet worden, findet sich aber in den meisten Fleischsorten, so z. B. in 1000 Th. Hühnerfleisch 3,20 Th., im Ochsenfleisch 0,697, Taubenfleisch 0,825, Schellfisch 1,504, Häring 1,757. Man erhält das Kreatin, nachdem man den erhaltenen Fleischsaft durch Erhitzen zum Gerinnen gebracht und das Eiweiß abfiltrirt hat, wenn man mit Barytwasser den Saft neutralisirt und zur Syrupdicke bei 55 bis 60^0 verdunstet.

Das Kreatin erscheint in harten prismatischen Krystallen, welche bei 100^0 verwittern, sich sehr leicht in heißem, weniger in kaltem Wasser lösen und in Alkohol kaum löslich sind. — Die Zusammensetzung = $C_8 N_3 H_{11} O_6$.

Durch Eintauchen in Säuren wird das Kreatin in Kreatinin und Wasser und durch Einwirkung der Basen in Sarkosin (siehe organische Basen) und Harnstoff zerlegt.

Speichel. Dient im Wesentlichen dazu, um die Verdauung zu unterstützen, besitzt bekanntlich einen hohen Grad von Klebrigkeit, so daß er leicht schäumt und der Schaum nicht so leicht fällt. Er ist ein Gemenge der Absonderungen der Speicheldrüsen und des Mundschleims. Im normalen Zustande farblos, wenig trübe, schwach alkalisch, zähe, geruch- und geschmacklos, enthält als 1 oder 2 Proc. feste Materie theils Schleim, theils die gewöhnlichen Salze (Chlorverbindungen des Kalium, Natriums, Calciums, phosphorsauren Kalk ꝛc.) und einen eigenthümlichen löslichen Stoff, den Speichelstoff (Ptyalin), welcher sich als ein Ferment verhält und Stärkemehl rasch in Zucker verwandelt, auch in sofern eine wichtige physiologische Bedeutung hat, da der Magensaft Stärkemehl in Zucker nicht verwandeln kann.

Pankreatischer Saft oder Bauchspeichel ist dem Speichel ähnlich, scheint aber schwach sauer zu sein und enthält 8 bis 9 Proc. fester Materie, welche Ptyalin und eine dem Caseïn ähnlichen Stoff einschließt. Er wird auf seinem Wege durch den Zwölffingerdarm nebst Galle und Eingeweideschleim dem rohen Milchsaft einverleibt.

Ueber Harnsäure und Harn siehe unter „organischen Säuren".

III. Familie der thierischen Farbstoffe (und das Blut).

Blutroth (Hämatosin), ist die Ursache des rothen Blutes aller Wirbelthiere; entspricht der Zusammensetzung $C_{44} H_{22} N_3 O_6 Fe$. — Sein Eisengehalt beträgt unverändert 9 Proc. Es ist dunkelbraun und bildet mit Alkalien eine rothe Lösung. In Wasser, Alkohol und Aether ist es unlöslich. Das Eisen ist wahrscheinlich als Oxyd darin enthalten?

Das Blutroth findet sich in den mikroskopischen, rothgefärbten Blutkörper-

chen und wird aus eingetrocknetem Blute durch Ausziehen mit Alkohol, dem etwas Schwefelsäure beigemischt ist, erhalten. Die braune Lösung wird mit kohlensaurem Ammoniak versetzt und nach dem Filtriren abgedampft.

Harnroth findet sich im Harn des Menschen, erscheint aber wegen seiner geringen Menge gewöhnlich gelb.

Gallenfarbstoff ist bereits bei der Galle erwähnt worden; findet sich gelbbraun oder grün in den Leberzellen.

Melanin ist ein schwarzes Pigment und findet sich in der Haut der Neger.

Blut. Der allgemeine thierische Nahrungssaft, eine dicke, etwas klebrige alkalische Flüssigkeit von halb salzigem Geschmack und einem eigenthümlichen schwachen Geruch, bei den höhern Thieren tief roth, besteht aus einer großen Anzahl Kügelchen oder platten rundlichen Scheibchen, welche in einer dünnen gelblichen Flüssigkeit schweben. Abgezogen gerinnt sie bald zu einer zitternden Gallerte, welche sich nach und nach zu dem Blutkuchen zusammenzieht und so durch Auspressen von der gelblichen Flüssigkeit, dem Blutserum oder Blutwasser, abscheidet. Die Gerinnung besteht in der Abscheidung des zuvor abgeschiedenen Fibrins. Wird das Blut mit einer Ruthe geschlagen, so scheidet sich Fibrin völlig ab und haftet auf der Ruthe aber in der Form weißer Fäden, während die Kügelchen in dem Serum vertheilt zurückbleiben, oder wenn frisches Blut mit 8mal so viel von einer Lösung schwefelsauren Natrons gemischt wird, so entsteht kein Gerinnsel, sondern es bildet sich ein Sediment, welches die unveränderten Kügelchen enthält.

Die so bereiteten rothen Kügelchen können auf einem Filtrum gesammelt werden. Setzt man reines Wasser zu demselben, so verändert es schnell ihre Form und löst sie zu einer undurchsichtigen Flüssigkeit auf. — Die Kügelchen bestehen aus einer dünnen, farblosen und durchsichtigen Haut, welche Farbstoff einschließt. Sie fließen in einer salzigen Flüssigkeit. Der Farbstoff des Blutes findet sich darin mit Eiweiß verbunden, von welchem es schwer zu trennen ist, denn das Hämatosin ist ein Zersetzungsproduct. Aus dem Blute werden Gewebe, Zellen, Muskeln, Fasern ꝛc. gebildet.

Neben dem Albumin, Fibrin, den Farbstoffen und Salzen, enthält das Blut auch Fett, nebst Fettsäuren. Ein eigenthümliches Fett, das Serolin, verschiedene Gase, hauptsächlich Kohlensäure und Sauerstoff.

Die normalen Verhältnisse des Blutwassers und des Blutkuchens sind 87 Proc. des ersteren zu 13 Proc. des letzteren. 1000 Th. Menschenblut enthalten 869,15 Blutwasser (wovon 790,37 Wasser, 67,8 Eiweiß, 10,98 Th. Salz und fettige Materie sind), neben 130,85 Kuchen, welcher 125,63 Eiweiß und Fibrin der Kügelchen, 2,27 Hämatosin (in denen allen dreien etwas fettige Materie und Spuren von Salzen gegenwärtig sind) und 2,95 aus den Kügelchen abgesondertes Fibrin enthält.

Lymphe, der Inhalt der Lymphgefäße ist ein verdünntes ungefärbtes Blut. Die Lymphe vom Menschen enthält ungefähr 90 Proc. Wasser und wechselnde Mengen von Eiweiß, Fibrin und Salzen, von denen die letzteren gegen 2 Proc. betragen.

Chylus, das heißt die bei der Verdauung gebildete und auf dem Wege zum Blute in den Chylusgefäßen befindliche Flüssigkeit ist der der Lymphe analog zusammengesetzt, aber natürlich je nach der Art der Nahrung und Zustände der Nüchternheit oder Sättigung verschiedenen Mischungsverhältnissen unterworfen.

IV. Familie der Fette.

Die umfangreiche Familie der Fette läßt sich in verschiedene Gruppen vertheilen, nämlich in Hydrate der Fettsäuren, fettsaure Salze mit unorganischer Basis, fettsaure Salze mit organischer Basis, indifferente nicht verseifbare Fette und Zersetzungsproducte der Fette.

Fettsäurehydrate, gewöhnlich fette Säuren genannt, können ohne Wasser oder Basis nicht existiren und sind wahrscheinlich sämmtlich aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff zusammengesetzt. Sie sind entweder flüssig oder fest, letztere in der Hitze schmelzbar; einige sind flüchtig, andere nicht. Die flüchtigen geben auf Papier verschwindende, die fixen bleibende Fettflecken. In flüssigem Zustande haben die meisten eine ölartige Beschaffenheit. Die fetten Säuren entsprechen der allgemeinen Formel: $Cn\,Hn + O_4$, deren große Reihe bereits als eine homologe bei dieser Theorie angeführt worden ist, so wie auch der Zusammenhang der Alkohole mit diesen Säuren dort erwähnt wurde. Bezüglich der Namen und Reihen dieser Säuren muß auf dort verwiesen werden.

A. Fette Säuren, die sich mit Wasser überdestilliren lassen.

Metacetonsäure (Propionsäure, $C_6\,H_6\,O_4$), die erste Säure, welche in der Reihe $Cn\,Hn + O_4$ einigermaßen den Charakter der Fette zeigt, indem sie auf dem mit ihr gesättigten Wasser in öligen Tropfen schwimmt und ihre Salze Fettglanz besitzen. Sie ist eine in Wasser leicht lösliche, starke, flüchtige Säure, weniger flüchtig als Essigsäure, an Geruch der Butter- und Essigsäure ähnlich, siedet bei 140° und läßt sich auch krystallisirt erhalten. Sie bildet sich neben Buttersäure und Valeriansäure bei der Fäulniß vegetabilischer Substanzen, bei der Oxydation von Fetten mit Salpetersäure und bei Einwirkung des Kalihydrats auf Zucker, Stärke ꝛc.; ferner bei der Zersetzung des Cyanäthyls mit einer alkoholischen Kalilösung, bei der Gährung einer wässerigen Lösung von Glycerin. In größter Menge soll sie erhalten werden, wenn man 2 Pfund Weizenkleie mit dem 10fachen Gewicht Wassers von 55° zu einem Brei anrührt, mit 1/4 Pfund gröblichen Lederabfällen nebst Kreidepulver mischt und an einem warmen Orte gähren läßt.

Die Salze dieser Säure sind den Salzen der Essigsäure ähnlich, besitzen aber einen etwas fettigen Charakter.

Buttersäure ($C_8 H_8 O_4$) findet sich fertig gebildet, aber an Glyceryloxyd gebunden, in geringer Menge in der Butter vor, ferner in manchen thierischen Absonderungen, wie z. B. im Schweiße, in den Absonderungen der äußern Geschlechtstheile, sodann in Tamarinden, Früchten des Seifenbaumes, Johannisbrod rc. Sie bildet sich sodann bei der Gährung und Fäulniß stickstoffhaltiger Substanzen, d. h. bei der weitgehenden Gährung des Milchzuckers d. h. bei der Buttersäuregährung. Auf diese Weise erhält man sie auch am reichlichsten, indem man Milchzucker mit Wasser und faulem Käsestoff unter Zusatz von Kreide bei 30⁰ gähren läßt, wobei zuerst Milchsäure, dann Buttersäure auftritt, und endlich sämmtliche Milchsäure in Buttersäure verwandelt wird, die sich mit dem Kalk verbindet, von welchem sie durch Destillation mit Schwefelsäure als Hydrat ($C_8 H_7 O_3, HO$) erhalten wird. Sehr gut gewinnt man sie auch durch Gährung des Zuckers mit faulendem Käse. — Das reine Buttersäurehydrat erscheint als farblose Flüssigkeit von saurem, ranzigem Geruch, 0,96 spec. Gew. Sie wird bei — 20^0 nicht fest, siedet bei 164^0, löst sich in Wasser, Aether und Alkohol. Ihre Salze liefern mit Mineralsäuren Buttersäuregeruch. Buttersaurer Kalk liefert destillirt Butyron ($C_7 H_7 O$).

Oenanthsäure ($C_{14} H_{13} O_2, HO$) findet sich im Weine, Fuselöl und andern gegohrenen Flüssigkeiten und ist, wie der Oenanthäther, die Ursache des eigenthümlichen Geruchs, welcher den Wein begleitet. Wird erhalten, wenn man Oenanthäther mit Aetzkali versetzt und das önanthsaure Kali mit verdünnter Schwefelsäure destillirt, wodurch ein halbfestes consistentes, der Buttersäure ähnliches Hydrat gewonnen wird.

Caprinsäure ($C_{20} H_{20} O_4$) findet sich neben Butter-, Caprin-, Capron-, Capryl-, Oel- und Margarinsäure in der Butter und im Ziegenfett vor. Sie erzeugt sich ferner durch Erzeugung des Rautenöls und ist das Aldehyd desselben. Sie findet sich ferner im Fußschweiß und wird aus dem Fibrin des thierischen Körpers durch Digestion mit Kreide neben Essigsäure erzeugt. Die Säure bildet bei niederer Temperatur eine weißlich-fette krystallinische Masse, die aber schon bei 27^0 zu einem Oele schmilzt, welches erwärmt einen starken ranzigen Geruch zu erkennen giebt.

Capronsäure findet sich in der Butter, im Cocusnußöl, im Thran, Käse rc. und läßt sich künstlich erhalten, wenn man Cyanamyl mit weingeistiger Kalilauge kocht und das capronsaure Kali mit Schwefelsäure destillirt. Sie ist eine ölartige Flüssigkeit von ranzigem saurem Geruch, welche bei etwa 200^0 siedet. Wasserfrei bildet sie eine klare Flüssigkeit.

Caprylsäure ($C_{16} H_{16} O_4$) findet sich neben den beiden letzteren Säuren in denselben Substanzen wie diese. Schmilzt in gereinigtem Zustande bei

+ 14°, löst sich in 400 Th. siedendem Wasser, leicht in Alkohol und Aether; siedet bei 213°. — Wasserfrei bildet sie ein leicht bewegliches Oel, welches leichter als Wasser ist und in einem Frostgemisch krystallinisch erstarrt.

Pelargonsäure ($C_{18} H_{18} O_4$), eine ölige Flüssigkeit, welche bei niederer Temperatur fest wird. Findet sich in dem Oel von Pelargonium roseum, und läßt sich aus dem Oel der Gartenraute durch Salpetersäure gewinnen. Sie siedet bei 260° und destillirt in einer Atmosphäre von $C O_2$ ohne Zersetzung über.

Valeriansäure (Baldriansäure, $C_{10} H_{10} O_4 = C_{10} H_9 O_3, HO$) findet sich fertig gebildet in der Angelikawurzel, in den Beeren von Viburnum opulus, in dem Oel von Delphinus globiceps, überhaupt in dem Oel der Walthiere oder Cetaceen und bildet sich bei der Fäulniß thierischer Stoffe durch Umbildung des Caseïns und Fibrins. Zuerst wurde sie aus der Baldrianwurzel erhalten, woraus man sie darstellt, indem man dieselbe aus kohlensaurem Natron auskocht und das gebildete Natronsalz mit verdünnter Schwefelsäure destillirt. In größter Menge erhält man sie indessen aus dem Kartoffelfuselöl durch Destillation mit chromsaurem Kali und Schwefelsäure. Die Säure bildet eine ölige Flüssigkeit, siedet bei 175° und erstarrt noch nicht bei — 121°, riecht Baldrian ähnlich. Die wasserfreie Säure siedet bei 250°. — Die Salze der Säure sind löslich, von fettigem Ansehen und süßlichem Geschmack.

Oenanthylsäure ($C_{14} H_{13} O_3, HO$), eine farblose Flüssigkeit von aromatischem Geruch; siedet bei 212°. Wird erhalten durch Oxydation des Ricinusöls mit Salpetersäure oder Chromsäure. Das flüchtige Oel, Oenanthal, ist ihr Aldehyd, entspricht $C_{14} H_{14} O_2$.

B. Fettsäuren, die durch Destillation mit Wasser nicht verflüchtigt werden.

Margarinsäure ($C_{34} H_{34} O_4$), findet sich mit Glycerin verbunden als Margarin in vielen Fettarten, im Menschenfett, Gänsefett, in der Butter, so wie auch in vegetabilischen Fetten 2c. Sie bildet sich bei der trocknen Destillation des Stearins, der Stearinsäure, des Wachses 2c. und man erhält sie auf diese Weise mit Oelsäure gemischt, von der man sie trennt, indem man beide Säuren an Kalk bindet, die Kalksalze mit Aether behandelt, wodurch nur der ölsaure Kalk gelöst wird; oder Olivenöl der Kälte aussetzt, dann durch Kochen mit Kali verseift und das gebildete margarin- und ölsaure Kali in Wasser auflöst. Durch Zusatz von essigsaurem Bleioxyd erhält man margarinsaures und ölsaures Bleioxyd, von denen das letztere sich durch Behandlung mit Aether ausziehen läßt. Das zurückbleibende margarinsaure Bleioxyd wird in einer weingeistigen Lösung durch Salzsäure zersetzt und die Margarinsäure in Alkohol gelöst, woraus man sie mit Wasser fällt. Durch wiederholtes Auflösen in Al-

kohol wird sie rein erhalten und krystallisirt aus dieser Lösung in perlmutterglänzenden Schuppen, ohne Geruch und Geschmack, ist in Wasser unlöslich, bei 60⁰ schmelzbar. Sie vereinigt sich leicht mit Basen, indem sie kohlensaure Salze zersetzt und vollkommene Seifen mit Natron und Kali bildet. Diese Säure wird jedoch auch als ein Gemenge von Palmitin- und Stearinsäure betrachtet.

Stearinsäure (Talgsäure, $C_{37} H_{36} O_4$ oder $C_{36} H_{36} O_4$), die wichtigste und häufigste der Fettsäuren, existirt in Verbindung mit Glycerin in dem Ochsen- und Hammeltalg, so wie in mehren vegetabilischen Fetten, z. B. in der Cacaobutter. Zu ihrer Darstellung verseift man Hammeltalg durch Kochen mit Kali und zersetzt die gereinigte Seife mittelst einer Säure, wobei sich eine Mischung von Stearin- und Oelsäure, die letztere in geringer Menge, auf der Oberfläche zeigt. Das Gemenge wird stark zwischen Platten gepreßt, um dasselbe größtentheils von Oelsäure zu befreien. Zuletzt wird es aber in heißem Alkohol und durch Krystallisation gereinigt, welches man wiederholt, bis der Schmelzpunkt constant 70⁰ ist; oder man kann auch die Stearinsäure des Handels mittelst Alkohol reinigen u. s. w.

Stearinsäure ist eine weiße, krystallinische Masse, welche bei 70⁰ schmilzt und beim Erkalten weiße, glänzende Nadeln bildet, gewöhnlich aber in krystallinischen Blättchen erscheint. Sie ist in Wasser unlöslich, löst sich aber in Alkohol und Aether, brennt wie Wachs und dient bekanntlich zur Anfertigung von Lichtkerzen. — Die neutralen stearinsauren Salze der Alkalien sind wirkliche Seifen.

Stearin ist der Hauptbestandtheil des Fettes und Talges und scheint saures stearinsaures Glyceryloxyd zu sein. Reines Stearin wird durch Pressen des Talges, zwischen zwei heißen Platten und nachherigem Auflösen in Aether erhalten, welcher beim Erkalten das Stearin absetzen läßt. Als Material für die Stearinkerzen wird fester Talg gewählt, welchen man mit Kalkhydrat und etwas Wasser kocht und mit Schwefelsäure zersetzt. — Dies Gemenge von Fettsäuren wird dann zur Trennung der Oelsäure zuerst in der Kälte, dann bei 30 bis 40⁰ ausgepreßt. Das dadurch erhaltene Gemenge von Stearin- und Palmitinsäure wird zu obigem Zweck mit ein wenig Wachs versetzt, um die Neigung zur Krystallisation aufzuheben.

Stearinsaures (und palmitinsaures) Bleioxyd, überhaupt eine Verbindung von Bleioxyd mit Fettsäuren, ist eine unlösliche, schmelzbare Seife oder ein Pflaster.

Wird Stearinsäure mit Kalk destillirt, so bildet sich neben unter Anderm ein neutrales, schmelzbares krystallinisches Fett, das Margaron, ein fester Kohlenwasserstoff, neben Kohlensäure und Wasser.

Oelsäure (Oleïnsäure, $C_{36} H_{34} O_4$). Diese Säure bildet in Verbindung mit Glycerin und Oleïn den schmelzbarsten Theil der Fette und fetten

Oele. Findet sich in geringer Menge im Talg, Dachsfett und in der Butter, herrscht in dem Baumöl und im Mandelöl vor. Wird Mandelöl verseift, und vermischt man diese Seife mit Bleioxyd, so entsteht stearin-, palmitin- und saures ölsaures Bleioxyd, welches, wenn man das Salzgemenge mit Aether behandelt, sich darin auflöst. Fügt man dieser Lösung Chlorwasserstoffsäure hinzu, so erhält man es in dem auf der Oberfläche schwimmenden Aether in Lösung. Nach Entfernung des Aethers bleibt gefärbte Oelsäure zurück, welche, der Kälte ausgesetzt, rein erhalten wird, indem die reine Säure dann herauskrystallisirt.

Die Säure stellt in reinem Zustande eine farblose ölige Flüssigkeit dar, welche bei kaltem Wetter erstarrt, bei etwa 14^0 als ein farbloses Oel erscheint, welches, wenn einmal geschmolzen, bis zu — 4^0 erkaltet oder in festem Zustande bis 14^0 erhitzt, nicht schmilzt. Durch Salpetersäure wird sie in Korksäure und andere Producte, durch salpetrige Säure in Elaidinsäure verwandelt, welche sich leicht in Alkohol löst, in glänzenden Schuppen erscheint und bei 44^0 schmilzt.

Fettsäure im engeren Sinne, weiß, krystallinisch, bei 127^0 schmelzbar, bildet sich bei der trocknen Destillation der Oelsäure.

Als weniger wichtige Fettsäuren sind folgende zu erwähnen: die Behensäure im Behennußöl, die Myristirinsäure in der Muskatbutter, Cocusstearinsäure in der Cocusbutter, die Palmitinsäure als ein Bestandtheil des Palmöls, die Aethal- oder Cetinsäure im Wallrath, die Cerotinsäure im Wachs, die Melissinsäure ebenfalls im Wachs enthalten, von denen die erstere bei 76^0, die letztere bei 60^0 schmilzt. Beide Säuren werden durch Behandlung des Wachses mit siedendem Alkohol erhalten.

Verbindungen der fetten Säuren mit organischen Basen.

Die meisten fetten Körper sind, so wie sie in der Natur auftreten, neutral und lassen sich als Verbindungen von fetten Säuren mit für sich noch nicht dargestellten Basen betrachten. Sie zeigen dann keine Reaction auf Pflanzenfarben, sind leichter als Wasser, aber alle in demselben unlöslich. — Diejenige organische Basis, welche meistens in der Natur mit den fetten Säuren verbunden ist, nennt man Glyceryloxyd oder Lipyloxyd ($C_3\ H_2\ O$), welches als Hydrat (Glycerin, $C_6\ H_8\ O_6$) erhalten wird, wenn man Olivenöl durch langes Kochen mit Bleiglätte und Wasser in ein Pflaster verwandelt. Sobald sich das Pflaster gebildet hat, findet sich das Glycerin im Wasser aufgelöst.

Alle glyceryloxydhaltigen Fette sind daran zu erkennen, daß sie bei starker Erhitzung einen höchst stechenden Geruch ausstoßen. Manche Glyceride werden schon an der Luft sauer, indem durch den Wassergehalt derselben das Neutralfett in Fettsäure und Glyceryloxydhydrat zerfällt. Solche allgemeinen Glyceride sind die bei den betreffenden Fettsäuren angeführten: Stearin, Margarin, Palmitin, Oleïn, und zwar sind die meisten natürlichen Fette nur Gemische

derselben. Außerdem enthalten sie noch viele eigenthümliche Fettsäuren mit Glylerylorhd verbunden, wie bei den betreffenden Fettsäuren erwähnt worden ist.

Was die Bildung der Fette in den Pflanzen anbetrifft, so sind sie wahrscheinlich aus den Kohlenhydraten entstanden, denn die ölgebenden Samen enthalten vor der Reife Stärkemehl und es ist ja auch ein gewisser Zusammenhang zwischen dem Stärkemehl und dem Blattgrün nicht zu bestreiten. — Den Thierkörpern werden bei jeder Nahrung Fette zugeführt, aber dennoch stimmen viele Erscheinungen dafür, daß auch in demselben die Fette aus den Kohlenhydraten gebildet werden.

Verbindungen der Fettsäuren mit unorganischen Basen.

Die organischen Basen lassen sich aus den Neutralfetten durch stärkere unorganische austreiben und den Vorgang nennt man Verseifungsproceß. Im engeren Sinne sind Seifen nur Verbindungen von fetten Säuren mit Alkalien, während man die fettsauren Salze der schweren Metalloxyde Pflaster nennt.

Man unterscheidet in Wasser lösliche und unlösliche Seifen; die unter dem Namen Seife als Reinigungsmittel angewendete Substanz ist entweder fest (Oelseife, Natronseife) oder sie ist von Salbenconsistenz (Schmierseife, grüne Seife, Kaliseife). Die feste enthält stets Natron, die weiche Kali.

Die Bereitung dieser fettsauren Salze geschieht entweder durch Sättigen der fetten Säuren mit Alkalien oder gewöhnlich durch Zersetzung der Neutralfette vermittelst kochender Kali- oder Natronlauge.

Die wichtigsten Seifen sind die der gewöhnlichen fetten Säuren, nämlich die Stearin-, Margarin-, Palmitin- und Oelsäure.

Als eigenthümliche Zersetzungsproducte der Fette sind die wichtigsten erwähnt worden. Durch trockne Destillation der Glycerylorydverbindungen erhält man das Acrolein ($O_6\ H_4\ O_2 + 4\,HO$), eine farblose Flüssigkeit von stechendem Geruche. Das Cerotin des Wachses giebt bei der trockenen Destillation einen krystallinischen Kohlenwasserstoff, Ceraten, das Melissin den Kohlenwasserstoff, Melen. Die Verbindungen der Säuren von der allgemeinen Formel $Cn\ Hn + O_4$ mit Alkalien oder alkalischen Erden liefern in den meisten Fällen bei ihrer trocknen Destillation und dem Austritt von 1 Aeq. Kohlensäure, Körper, welche den rückständigen Kohlenstoff, den ganzen Wasserstoff und $^1/_3$ des Sauerstoffs der zersetzten wasserfreien Säure enthalten. Man nennt diese Körper im Allgemeinen Acetone.

Die Producte der trocknen Destillation der nicht flüchtigen Fettsäuren wie vieler Glyceride enthalten Kohlenwasserstoffe z. B. Oleen oder Caprylen ($C_{12}\ H_{12}$).

V. Familie der Aetherarten und Alkohole u. s. w.

Diese Familie enthält eine Reihe von organischen Radikalen. Sie ist eine der interessantesten und am meisten erforschten.

Alkoholradikal oder Aethyl (C_4H_5) wurde aus dem Jodäthyl mittelst Zink abgeschieden und ist im reinen Zustande ein farb- und geruchloses Gas, welches mit stark leuchtender Flamme brennt, von 2,0 spec. Gew. Bei 18⁰ wird es noch nicht flüssig, aber unter einem Druck von 2 Atmosphären bei $+ 2^0$ ist es zu einer farblosen durchsichtigen Flüssigkeit verdichtbar.

Aethyloxyd oder Aether ($C_4 H_5 O$) bildet sich durch Destillation des Aethyloxydhydrats oder Alkohols mit Schwefelsäure, Phosphorsäure, Arsensäure u. s. w.

Zur Darstellung von reinem Aether mischt man gewöhnlich 5 Th. 90% Alkohol mit 9 Th. Schwefelsäure und erhitzt die Mischung in einer Retorte, wobei das Aethyloxyd überdestillirt. Der Vorgang dabei ist folgender. Mischt man concentrirte Schwefelsäure mit Alkohol, so bildet sich, unter Abscheidung von Wasser, saures schwefelsaures Aethyloxyd, welches bei 140^0 in Aether, Schwefelsäure und Wasser zerfällt. Aether und 1 Th. des Wassers gehen über, während wasserhaltige Schwefelsäure zurückbleibt.

Der Aether bildet eine farblose leicht bewegliche Flüssigkeit von eigenthümlich durchdringendem Geruch und Geschmack. Siedet bei $+ 35^0$, verdunstet schon bei gewöhnlicher Temperatur sehr rasch und bewirkt dadurch bedeutende Temperaturerniedrigung. Sein spec. Gew. $= 0,715$. Enthält er, wie der gewöhnliche Aether, etwas Wasser, so scheiden sich bei $- 31^0$ kleine krystallinische Blättchen aus ihm ab. Bei $- 44^0$ erstarrt er zu einer weißen festen Masse. Bei Gegenwart von Sauerstoff wird er leicht entzündet und verbrennt mit heller Flamme zu Wasser und Kohlensäure. Aetherdampf, mit atmosphärischer Luft oder mit Sauerstoff gemengt, explodirt beim Entzünden heftig. Leitet man Aetherdampf durch eine glühende Röhre, so bilden sich Aldehyd, Leuchtgas und Grubengas. Aether ist mit Alkohol in jedem Verhältniß mischbar. Ein Gemenge von 1 Th. Aether und 3 Th. Alkohol bilden Hoffmanns Liquor. Der Aether löst Schwefel, Phosphor, Kautschuk, Jod, Brom, verschiedene Chlorverbindungen, organische Säuren, Fette, Oele, Harze u. s. w.

Aethyloxydhydrat (Alkohol, Weingeist, $C_4 H_5 O, HO = C_4 H_6 O_2$). Diese im gewöhnlichen Leben sehr bekannte Flüssigkeit entsteht, wenn Aether und Wasser in dem Augenblicke des Freiwerdens zusammentreffen, wie dies z. B. geschieht, wenn einige Aethyloxydsalze erhitzt und anderweitig zersetzt werden. Für den gewöhnlichen Gebrauch wird jedoch die Flüssigkeit gänzlich aus Zucker durch Gährung erzeugt. Traubensaft oder irgend ein anderer Zuckersaft oder auch Malzaufguß gehen, eine kurze Zeit der Luft und alsdann einer Temperatur von 10 bis 25^0 ausgesetzt, in Gährung über; eine große Menge

Kohlensäure entweicht, während der Zucker gänzlich verschwindet und Alkohol an dessen Stelle gefunden wird.

Eine reine Lösung von Zucker gährt nicht, sondern nur wenn derselben Hefe zugesetzt wird. Traubensaft und Malzaufguß enthalten beide außer Zucker einen Körper, welcher die Rolle der Hefe oder des Ferments spielt. Dieses ist im erstern der Faserstoff und in dem Malz der Kleber, welche beide in Fäulniß übergehen, sobald sie der Luft und Feuchtigkeit ausgesetzt werden, und da in diesem Zustande ihre Partikelchen in Bewegung sind, so theilen sie diese dem Zucker mit, so daß, indem das vorhandene Gleichgewicht der Affinitäten hierdurch gestört wird, neue Verbindungen entstehen, die in diesem Falle Alkohol und Kohlensäure sind. Eine jede ähnliche Substanz in einem Zustande der Fäulniß begriffen, z. B. verfaulendes Fleisch, Käse, Eiweiß, Harn rc. bewerkstelligt die Gährung des Zuckers. Jedoch keine von diesen Fermenten trägt zur Bildung von Kohlensäure bei, sondern sie bilden Ammoniak und andere Producte (hierher gehören die schleimige Gährung, Milchsäure- und Buttersäuregährung), während jene durch Hefe und Zuckersaft bei einer Temperatur von 15 bis 25^0 hervorgerufene Gährung, die weinige oder geistige, welche alkoholische Getränke erzeugt, heißt. — Krystallisirter Rohzucker ($C_{12} H_{11} O_{11}$) erfordert einen Zusatz von 1 Aeq. Wasser, um 2 Aeq. Alkohol ($C_8 H_{12} O_4$) und 4 Aeq. Kohlensäure ($4\,CO_2$) zu bilden. Traubenzucker ($C_{12} H_{14} O_{14}$) erzeugt, außer Alkohol und Kohlensäure, 2 Aeq. Wasser. Die gegohrene Flüssigkeit, welche durch Gährung des Traubenzuckers erhalten, Wein, und für den Fall, daß Malz benutzt wurde, Bier oder Würze heißt, liefert, der Destillation unterworfen, Alkohol, welcher, da er flüchtiger als Wasser ist, in den ersten Portionen des Destillats vorherrscht, und welcher, wenn aus Wein gewonnen, Branntwein, aus Malz gewonnen, Wisky, aus dem Zuckerdicksaft oder der Melasse erhalten, Rum genannt wird.

In diesen Producten sind noch 30 bis 40 oder noch mehrere Procente Wasser und flüchtiges Oel enthalten. Von Neuem destillirt erhält man daraus farblose Destillate, die unter dem Namen Weingeist bekannt sind. Nach einer abermaligen Rectification werden sie rectificirter Weingeist genannt. Als solcher enthalten sie nur 10 bis 20 Procent Wasser, welches durch Digestion des Weingeistes oder durch Rectification über Potasche oder Chlorcalcium entfernt wird, wodurch man absoluten Alkohol erzielt. Dieser stellt im reinen Zustande eine farblose bewegliche Flüssigkeit von 0,7 spec. Gew. bei 15^0 dar, welche bei 78^0 siedet, einen brennenden Geschmack und einen angenehmen fruchtähnlichen Geruch besitzt. Der rectificirte Weingeist, nämlich der mit 90 Proc. Alkohol, ist ihm sehr ähnlich und besitzt ein spec. Gew. von 0,822 bis 0,825. Der gewöhnliche Weingeist aber, zu 70 Proc., hat das spec. Gew. von 0,872. — Das spec. Gew., welches mit der Zunahme an Wasser wächst, entscheidet überhaupt über die Stärke oder den Gehalt an Alkohol. Gewöhnlich benutzt man

zu der Bestimmung desselben aber eine Senkwage, die für diesen Zweck bestimmt ist und Alkoholometer genannt wird. Derselbe gleicht im Ganzen den Aräometern, enthält aber auf seiner graduirten Skala die Procentzahlen des Alkoholgehalts, welche einem bestimmten spec. Gew. entsprechen.

Reiner Alkohol gefriert niemals, ist leicht verbrennbar und erzeugt beim Verbrennen eine sehr starke Hitze, ist im absoluten Zustande ein mächtiges Reizmittel und ein herrliches Lösungsmittel für Harze, Oele, Fette und manche andere Substanzen. Getränke, in denen der Alkohol einen Hauptbestandtheil ausmacht, sind, wie erwähnt, der Branntwein, das Bier und der Wein.

Der Branntwein wird bekanntlich aus Kartoffeln oder Getreide dargestellt. Im erstern Falle werden die gequollenen und zerriebenen Kartoffeln mit Wasser und Malzschrot vermischt. Durch die in dem Malze enthaltene Diastase wird das Stärkemehl der Kartoffeln in Zucker übergeführt. Nach vollendeter Zuckerbildung setzt man Hefe hinzu und erregt dadurch die Gährung; nach beendigter Gährung wird der Branntwein abdestillirt. Bei der Gewinnung des Branntweins aus Gerste, Weizen, Roggen ist der Vorgang ein ähnlicher. Stärkemehlartige Substanzen, die man der Gährung unterwirft, erzeugen ein eigenthümliches Oel, Fuselöl genannt. Man unterscheidet Kartoffelfuselöl und Kornfuselöl. Auf der theilweisen Oxydation des Fuselöls beruhen meistens die Entfuselungsmethoden, außerdem läßt sich dem Branntwein das Fuselöl durch Destillation über Thierkohle entziehen. — Kornfuselöl ist ein Gemenge von pelargonsaurem Aethyloxyd mit einem eigenthümlichen Oele, dem Kornöl, von durchdringendem Geschmack und hellgrüner Farbe.

Bier ist eine noch gährende Flüssigkeit, die im Wesentlichen aus Alkohol, Dextrin-, Zucker-, Hopfenbestandtheilen und Kohlensäure besteht und, je nach der Darstellungsweise, extract- und harzähnliche Substanzen und verschiedene Salze enthält.

Die Fabrikation zerfällt 1) in die Darstellung des Malzes, 2) der zuckerhaltigen Flüssigkeit und 3) in die Gährung derselben.

Das Malzen wird, wie unter den eiweißartigen Stoffen schon erwähnt worden ist, ausgeführt, indem man aufgequelltes Getreide einer Keimung unterwirft, wodurch es die Fähigkeit erhält, Stärkemehl in Krümelzucker überzuführen, ein Proceß, der durch die Diastase veranlaßt werden soll, aber wahrscheinlich durch veränderten Kleber verursacht wird. Das trockene Malz wird geschroten und das Malzschrot mit Wasser übergossen (Einmaischen). Durch diese Operation werden alle löslichen Theile ausgezogen und vermittelst aufgelöster Diastase in Dextrin und Zucker umgewandelt. Nach vollendetem Maischproceß wird die klare Flüssigkeit (Würze) mit Hopfen gekocht; das Kochen hat zum Zweck, die Würze zu concentriren, vorhandenes Eiweiß zu entfernen und in dem Biere einen bitteren Geschmack und Haltbarkeit zu erzeugen. Ist die Würze

abgekühlt, so stellt man dieselbe mit Hefe zusammen und zapft nach vollendeter Gährung das nun fertige Bier auf Fässer, in denen die Nachgährung langsam eintritt.

Der **Wein** ist, wie erwähnt, der gegohrene Traubensaft. Zu seiner Bereitung wird der Traubensaft (Most), der im Wesentlichen aus Zucker, Kleber, Wasser, Weinsäure und einigen Salzen besteht, ohne Zusatz von Hefe, in Gährung gesetzt, die durch die atmosphärische Luft und den Kleber bei einer Temperatur von 10⁰ bis 20⁰ bald unter Hefenbildung von Statten geht. Nach beendigter Gährung enthält der Wein Alkohol, auch unzersetzten Zucker und das Fuselöl des Weines oder pelargonsaures Aethyloxyd, endlich eine eigenthümliche Aetherart, welche dem Weine das Bouquet oder die Blume ertheilt.

Der Most enthält, je nach den klimatischen Verhältnissen, der Reife und Traubensorte, zwischen 10 bis 30 Proc. Zucker, bei deutschen und französischen Sorten 19 bis 24 Proc. und darüber. — Der Alkoholgehalt des Weines ist, je nach dem Klima, ebenfalls verschieden und in den südlichen Gegenden bedeutender als in unsern deutschen Weinen. Denn während diese letzteren zwischen 7 bis 13 Proc. schwanken, haben z. B. die spanischen Weine durchschnittlich 20 bis 22 Proc. und die französischen 15 bis 18 Procent.

Das **Brod** wird ebenfalls durch geistige Gährung erzeugt. Das Mehl besteht aus Kleber (Pflanzenfibrin und Pflanzenleim), Zucker und Stärkemehl und die Nahrhaftigkeit hängt von dem Klebergehalte ab, in welcher Hinsicht das Sommerweizenmehl obenan zu stellen ist. — Wird nun das Mehl mit warmem Wasser zu einem Teige angerührt und dann mit Hefe, oder für Schwarzbrod, mit Sauerteig versetzt, so wird der schon vorhandene Zucker oder der durch Umwandlung des Stärkemehls gebildete, in Alkohol und Kohlensäure zerlegt. Da aber die Kohlensäure durch den Teig nicht entweichen kann, so wird derselbe aufgetrieben (das Gehen), wodurch er die bekannte lockere Beschaffenheit erhält. Nach hinreichendem Aufgehen wird der Teig in einem Backofen bei einer Temperatur von 200 bis 220⁰ gebacken, wobei Alkohol und Kohlensäure entweichen und in Folge dessen das Brod ein blasiges Ansehen erhält, während die Oberfläche, welche am meisten erhitzt wird, eine harte Kruste erhält, die zum Theil aus verändertem Stärkemehl und Dextrin besteht.

Von der geistigen Gährung ist die essigsaure, milchsaure und buttersaure Gährung zu unterscheiden.

Aethyloxydsalze. Das Aethyloxyd bildet sowohl neutrale, als auch saure Salze. Die neutralen werden nicht wie die unorganischen Verbindungen, bei gewöhnlicher Temperatur durch andere Salze zersetzt. So verursacht z. B. eine weingeistige Lösung von Chlorcalcium keine Fällung in einer weingeistigen Lösung von oxalsaurem Aethyloxyd oder Oxaläther. Aber sie erleiden leicht eine Zersetzung durch Alkalihydrate.

Das Aethyloxyd hat ferner eine große Neigung Doppelsalze zu bilden, in denen 1 Aeq. Aethyloxyd und 1 Aeq. einer andern Basis verbunden sind.

Die sauren Salze des Athyloxyds werden entweder als Doppelsalze oder als gepaarte Säuren betrachtet, sie werden durch Kochen in Alkohol und Säurehydrat zerlegt.

Neutrales schwefelsaures Aethyloxyd (AO, SO_3). Destillirbar; wird durch zu starke Hitze zersetzt, schmeckt dem Pfeffermünzöl ähnlich; entsteht durch Einwirkung wasserfreier Schwefelsäure auf reinen Aether.

Saures, schwefelsaures Aethyloxyd ($HO, SO_3 + AeO, SO_3$, Aetherschwefelsäure, Weinschwefelsäure) bildet sich, wenn Schwefelsäure mit Alkohol gemischt, bis zu einem gewissen Punkte erhitzt wird, so bei der Aetherbereitung. In reinem Zustande erhält man diese saure Flüssigkeit durch Zersetzung des schwefelsauren Doppelsalzes von Aethyloxyd und Baryt.

Saures, phosphorsaures Aethyloxyd bildet sich auf demselben Wege.

Salpetersaures Aethyloxyd (Salpeteräther, AeO, NO_5), eine farblose Flüssigkeit von 1,112 spec. Gew., welche bei 185^0 siedet und entzündbar ist, wird erhalten, wenn man 4 Loth Alkohol und 2 Loth reine Salpetersäure von 1,4 spec. Gew., unter Zusatz von 10 bis 20 Gran Harnstoff destillirt. Das Destillat enthält Wasser, Sauerstoff und salpetersaures Aethyloxyd, welches letztere als ölige Schicht sich absondert.

Salpetrigsaures Aethyloxyd (AeO, NO_3). Dieser Salpeteräther ist eine blaßgelbe Flüssigkeit von angenehmem Aepfelgeruch und süßlich brennendem Geschmack, welche sehr flüchtig ist und bei gewöhnlicher Temperatur verdampft. Man erhält dieselbe, indem man auf 8 Th. rauchende Salpetersäure 4 Th. Wasser und auf dieses wieder 9 Th. Alkohol so aufgießt, daß die drei Flüssigkeiten sich nicht mischen. Nach etwa 50 Stunden sind nur noch 2 Schichten übrig; die obere ist salpetrigsaures Aethyloxyd und wird durch Schütteln mit Alkohol, durch Behandeln mit Chlorcalcium vom Wasser befreit. — Der Salpeteräther der Apotheken ist ein Gemenge des erwähnten mit Alkohol und wird durch Destillation von Alkohol und Salpetersäure erhalten. Er enthält außer Salpetersäure, Aldehyd, welches an der Luft in Essigsäure übergeht.

Oxalsaures Aethyloxyd (Oxaläther, $AeO, C_2 O_3$), farblose, ölige Flüssigkeit, welche durch Destillation von Oxalsäure, Alkohol und Schwefelsäure zu erhalten ist.

Ameisensaures Aethyloxyd ($AeO, C_2 HO_3$). Wasserhelle Flüssigkeit von angenehmem Pfirsichgeruch. Findet sich im Ameisenspiritus und wird durch Destillation von Ameisensäure und Alkohol erhalten.

Kohlensaures Aethyloxyd (AeO, CO_2), farblose, leicht bewegliche Flüssigkeit, von brennend gewürzhaftem Geschmack, bildet sich beim Behandeln von Oxaläther mit Kalium.

Benzoësaures Aethyloxyd oder Benzoëäther (AeO, BzO), ölige, farblose Flüssigkeit von angenehmem, aromatischem Geruche und starkem gewürzhaftem Geschmacke. Wird erhalten, wenn man 4 Th. Alkohol, 2 Th. Benzoësäure und 1 Th. starke Salzsäure destillirt.

Cyansaures Aethyloyd wurde durch Erhitzen von ätherschwefelsaurem mit cyansaurem Kali als stechende flüchtige Flüssigkeit erhalten.

Buttersaures Aethyloxyd oder Buttersäureäther ($C_4 H_5 O$, $C_8 H_7 O_3$), wohlriechender Aether, wahrscheinlich ein Bestandtheil des Wohlgeruchs der Melonen und einiger anderer Früchte. Er stellt eine wasserhelle Flüssigkeit dar, und wird zu Parfümerien benutzt.

Oenanthäther, önanthsaures Aethyloxyd. Eine farblose Flüssigkeit, welche sich im Weine und Fuselöle ꝛc. vorfindet und von betäubendem Geruche ist.

Verbindungen des Aethyls mit Salzbildern, Schwefel, Cyan und Metallen.

Chloräthyl oder leichter Salzäther ($C_4 H_5 Cl$), farblose, sehr flüchtige Flüssigkeit von durchdringendem knoblauchartigen Geruche. Ist durch Sättigung von Alkohol mit Salzsäuregas und Destillation der Säure im Wasserbade zu erhalten.

Schwefelsaurer Salzäther wird durch Destillation von Alkohol, Schwefelsäure, Braunstein und Kochsalz als ölartiger Körper erhalten, welcher mit Alkohol gemischt in der Heilkunde angewendet wird.

Bromäthyl ($C_4 H_5 Br$) und Jodäthyl ($C_4 H_5 J$) erhält man durch Destillation von Phosphor, Aether mit Brom oder Jod.

Schwefeläthyl (Ae S). Eine farblose Flüssigkeit, welche bei 75⁰ siedet. Wird durch gegenseitige Zersetzung von Schwefelkalium mit Chloräthyl erhalten; riecht unangenehm knoblauchartig.

Aethylsulfhydrat oder Mercaptan (AeS, SH oder $C_4 H_6 S_2$). Eine farblose, leicht bewegliche Flüssigkeit von durchdringendem knoblauchartigem Geruche, welche bei 36^0 siedet. Bildet sich, wenn eine Lösung von zweifach-schwefelsaurem Kalk und Aethyloxyd (ätherschwefelsaurem Kalk) von 1,28 spec. Gew. und einer gleichen Menge einer Kalilösung von derselben Dichtigkeit destillirt wird, nachdem sie zuvor mit Schwefelwasserstoff gesättigt worden war. Wird dieses flüchtige Product mit ein wenig Quecksilberoxyd und Chlorcalcium digerirt, so erhält man Mercaptan.

Cyanäthyl ($C_4 H_5 Cy$) wird dargestellt durch Erhitzen von ätherschwefelsaurem Kali mit Cyankalium. Eine knoblauchartig riechende Flüssigkeit, welche bei 82^0 siedet.

Stibäthyl ($C_4 H_5$, 3 Sb). Wasserhell, dünnflüssig, von unangenehmem Zwiebelgeruch, entzündet sich an der Luft; brennt mit blendend weißer Flamme, ist schwerer als Wasser. Siedet bei 158^0, bildet sich durch Einwirkung von Jodäthyl auf Antimonkalium.

Zersetzungsproducte der Aetherschwefelsäure.

Wird diese Säure oder ein trocknes ätherschwefelsaures Salz der Destillation unterworfen, so erhält man unter andern Zersetzungsproducten eine ölartige Flüssigkeit, die sich leicht durch hinzugebrachtes Wasser ausscheidet, nämlich das sogenannte schwere Weinöl oder ätherschwefelsaure Aetherol ($AeO, SO_3 + C_4 H_4 SO_3$). Dickflüssig von 1,135 spec. Gew. und aromatischem kühlendem Geschmack. Bringt man diese Flüssigkeit mit Wasser zusammen und erhitzt gelinde, so bildet sich Aetherschwefelsäure, die sich in Wasser löst und eine sich ausscheidende ölartige Flüssigkeit, leichtes Weinöl oder Aetherol ($C_4 H_4$). Aus derselben scheidet sich in der Kälte eine kampherähnliche Substanz, der Weinölkampher oder das Aetherin ($C_4 H_4$) ab. Läßt man Aether oder absoluten Alkohol von wasserfreier Schwefelsäure absorbiren, so bildet sich neben Weinöl und Aetherschwefelsäure Aethionsäure ($2 SO_3, CH_5 O$). Werden diese Flüssigkeiten aber erwärmt, so entsteht Isäthionsäure ($2 SO_3, C_4 H_5 O$ oder $S_2 O_5, C_4 H_5 O_2$). Erhitzt man Schwefelsäure in großem Ueberschuß von Alkohol, so bildet sich Althionsäure und durch Einwirkung von wasserfreier Schwefelsäure auf Alkohol, Methionsäure.

Oxydationsproducte des Aethyls und seiner Ableitungen.

Durch Oxydation des Aethyloxydhydrats wird durch Entziehung von 2 Aeq. Wasserstoff Acetyloxydhydrat oder Aldehyd gebildet ($C_4 H_3 O, HO = Ae O, HO$), dessen Radikal, nicht mehr Aethyl, sondern Acetyl ($C_4 H_3$), in isolirter Form unbekannt, ist. Das Hydrat erscheint im reinen Zustande als eine farblose leichte bewegliche Flüssigkeit von erstickendem Geruche, mit Wasser, Alkohol und Aether in allen Verhältnissen mischbar. Sein spec. Gew. ist = 0,790. Siedet bei 21°; reducirt Silberoxyd. Wird erhalten, indem man 3 Th. Braunstein, 2 Th. Wasser, 3 Th. Schwefelsäure und 2 Th. Alkohol so lange destillirt, bis die übergehende Flüssigkeit sauer reagirt. Das Destillat wird in wasserfreiem Aether gelöst und durch die Lösung trocknes Ammoniakgas geleitet. Es fallen bald durchsichtige, glänzende, farblose Krystalle von Aldehyd-Ammoniak ($C_4 H_3 O, NH_4 O$) zu Boden, aus denen durch Destillation mit verdünnter Schwefelsäure das Aldehyd abgeschieden wird.

Aldehyd-Ammoniak ist flüchtig, leicht entzündlich, schmilzt bei 70 bis 80°, läßt sich bei 100° überdestilliren.

Acetal. Eine farblose, sehr bewegliche Flüssigkeit, welche bei 95° siedet und durch Einwirkung des Sauerstoffs der Luft bei Einfluß von Platinschwamm sich bildet, ist basisch-essigsaures Aethyloxyd ($2 Ae O + C_4 H_3 O_3$).

Acetylige Säure (Aldehyde oder Lampensäure, $C_4 H_3 O_2, HO$) bildet sich, neben Essigsäure, bei der unvollkommenen Verbrennung des Alkohols und bei der Behandlung des Aldehyds mit Silberoxyd. Ist im reinen Zustande nicht bekannt.

Essigsäure (Acetylsäure, $C_4 H_3 O_3 + HO$) wird vorzugsweise durch Oxydation des Alkohols und durch trockne Destillation des Holzes erzeugt, und findet sich in der Natur, im Frühling in dem Safte vieler Früchte, an Kali gebunden.

Wein, Bier oder andere gegohrene Flüssigkeiten erleiden unter gewissen Umständen, der Luft ausgesetzt, die sogenannte essigsaure Gährung, d. h. sie ziehen Sauerstoff aus der Luft an und erleiden die reine Oxydation des Alkohols, so daß dieser nach einiger Zeit verschwunden und an dessen Stelle Essigsäure getreten ist, d. h. sie werden in Essig umgewandelt. Es bildet sich zuerst Acetyloxyd ($C_4 H_3 O$), dessen Hydrat als Aldehyd ($C_4 H_4 O_2$) angeführt worden ist. Alkohol ($C_4 H_6 O_2 + 2 O = C_4 H_3 O, HO$ [Aldehyd] $+ 2 HO$). Das Aldehyd bildet durch Aufnahme von 1 M. Gew. Sauerstoff, acetylige Säure und diese durch abermalige Aufnahme von 1 M. Gew. Sauerstoff Essigsäure. Diese wird jetzt nicht mehr für Acetylsäure, sondern für eine mit dem Radikal Methyl ($C_2 H_3$) gepaarte Säure gehalten. Die Essigsäure wird dargestellt, indem man Essig mit kohlensaurem Natron sättigt, zur Trockne abdampft und das essigsaure Natron mit Schwefelsäure destillirt. Enthält das Destillat schweflige Säure, so destillirt man abermals über Braunstein; enthält es Schwefelsäure, über essigsaures Natron. Möglichst wasserfrei erhält man sie durch Destillation von zweifach-schwefelsaurem Kali mit Bleizucker. Das concentrirte Essigsäurehydrat schmeckt und riecht durchdringend sauer, zieht aus der Luft Wasser an, und verbindet sich mit demselben in allen Verhältnissen. Bei $+ 13^0$ bildet sie eine feste krystallinische Masse; sie siedet bei 140^0, entspricht im reinen Zustande einem spec. Gew. von 1,063, mit 5 Th. Wasser 1,074. Sie löst Kampher, verschiedene Harze und ätherische Oele, Eiweiß u. s. w.

Essig. Diese, im häuslichen Leben vielfach gebrauchte, saure Flüssigkeit, wird sowohl durch Destillation des Holzes, als auch durch die essigsaure Gährung und endlich durch Oxydation des Alkohols ohne Mitwirkung eines Ferments erhalten. Auf dem ersten Wege erhält man den Essig durch Destillation des Holzes mit verschiedenen andern Stoffen verunreinigt, welche durch kohlensauren Kalk und kohlensaures Natron entfernt werden müssen (siehe Holzessig). Wichtiger ist daher die Darstellung des Essigs aus alkoholischen Flüssigkeiten und der letzte Weg, nämlich der durch Oxydation des Alkohols ohne Ferment (Schnellessigfabrikation).

Im Wein oder Bier ist, im Falle durch die geistige Gährung das vorhandene Ferment nicht ganz zersetzt hat, stets ein wirkliches Ferment, in Gestalt von Kleber oder Faserstoff vorhanden. Setzt man daher diese Flüssigkeit bei einer gewissen Temperatur der Luft aus, so bildet sich Essig oder es tritt die essigsaure Gährung ein. Dann besteht auch die Essigbereitung aus alkoholhaltigen Flüssigkeiten, gewöhnlich Branntwein oder auch Traubenwein, Bier oder Obstwein, unter den oben angedeuteten Bedingungen, d. h. wenn dieselben dem

Zutritt der Luft ausgesetzt und ihnen ein Ferment (Essigmuttersauerteig, Schwarzbrod, Holzessig ꝛc.) beigemischt worden ist, vorausgesetzt, daß eine Temperatur von 25 bis 35⁰ einwirkt. Vor Allem muß aber für möglichst viele Berührungspunkte des Alkohols mit dem Sauerstoff der Luft gesorgt werden.

Die Bedingungen der sogenannten Schnellessigfabrikation sind Alkohol und atmosphärische Luft. Man versetzt Branntwein mit so vielem Wasser, daß in dem Gemisch auf 1 Th. Alkohol 8 bis 9 Th. Wasser enthalten sind, füllt, um der Luft eine möglichst große Oberfläche zu bieten, ein Faß mit Hobelspänen von Buchenholz, welche mit starkem Essig getränkt worden sind, und befestigt im obern Theile des Fasses einen cylindrischen Behälter, dessen Boden mit vielen kleinen Oeffnungen versehen ist. In den Oeffnungen befinden sich Bindfäden, mit deren Hülfe die alkoholische Flüssigkeit, die man in den obern Behälter bringt, in das größere Faß tröpfelt. Durch die Oeffnungen in dem untern Theile des Fasses strömt fortwährend atmosphärische Luft ein, welche ihren Sauerstoff an den Alkohol abgiebt, und durch die angebrachten Oeffnungen entweicht. Die Oxydation geht am schnellsten bei einer Temperatur von 35⁰ vor sich. Die unten im Fasse ablaufende Flüssigkeit ist schon größtentheils in Essigsäure umgewandelt. Um aber die Umwandlung vollständig zu bewirken, läßt man die Flüssigkeit noch durch ein zweites Faß laufen.

Wasserfreie Essigsäure ($C_4 H_3 O_3$). Wird durch Einwirkung von Phosphorchlorür auf essigsaures Natron erhalten. Ist eine farblose, sehr bewegliche Flüssigkeit, deren Geruch an den der concentrirten Essigsäure erinnert. — Das spec. Gew. = 1,03. Siedepunkt 0,37⁰. Sinkt im Wasser, einem schweren Oele gleich, zu Boden.

Essigsaure Salze. Die Salze der Essigsäure sind fast ohne Ausnahme im Wasser löslich, nur das essigsaure Silberoxyd und Quecksilberoxydul sind schwer löslich. Die wichtigsten sind folgende:

Essigsaures Aethyloxyd (Essigäther, $AeO, Ac O_3$). Wird durch Destillation von essigsaurem Natron, 16 Th. Schwefelsäure und 6 Th. Alkohol, erhalten. Das Destillat muß jedoch über Kalk und Chlorcalcium rectificirt werden. — Farblose Flüssigkeit von erfrischendem Geruche, leicht verbrennbar, siedet bei 74⁰ und entspricht 0,90 spec. Gew.

Essigsaures Ammoniak ($NH_4 O, C_4 H_3 O_3$) findet sich in Lösung als Minder'scher Spiritus in den Officinen und wird durch Neutralisation des Weinessigs mit kohlensaurem Ammoniak, gleichförmiger aus 6 Th. Ammoniak von 0,96 spec. Gew. mit starker Essigsäure neutralisirt, erhalten, indem man so viel Wasser hinzusetzt, daß das Ganze 24 Theile beträgt. In trockener Gestalt erhält man dieses Salz durch Sublimation von essigsaurem Kali mit Salmiak.

Essigsaures Kali ($KO, C_4 H_3 O_3$). Ein in Blättchen krystallisirendes leicht zerfließliches Salz. Wird erhalten durch Sättigung von kohlensaurem Kali mit Essigsäure und vorsichtiges Abdampfen bis zur Trockne.

Essigsaures Natron ($NaO, C_4H_3O_3 + 6HO$). Luftbeständige schiefe rhombische Säulen, läßt sich durch gegenseitige Zersetzung des essigsauren Kalks (aus der Holzessigsäure erhalten) und schwefelsaures Natron, oder durch Sättigung von kohlensaurem Kali mit Essigsäure und Abdampfen der Lösung, darstellen.

Essigsaure Thonerde ($Al_2O_3, 3[C_4H_3O_3]$) wird durch Zersetzung des Alauns mit essigsaurem Bleioxyd gewonnen.

Essigsaures Bleioxyd, neutrales, oder der Bleizucker ($PbO, C_4H_3O_3 + 3HO$) wird durch Auflösen von Bleiglätte oder Mennige in überschüssigem Essig oder Holzessig, Abdampfen und Krystallisation gewonnen. Bildet gerade durchsichtige rhombische Säulen mit schmalen Endkanten oder Nadeln, schmeckt sauer zusammenziehend, schmilzt bei 58^0 und ist sehr giftig.

Dreibasisch-essigsaures Bleioxyd oder Bleiessig ($3PbO + C_4H_3O_3$) bildet sich beim Zusammenbringen von überschüssigem Bleioxyd mit Essig; ist schwierig krystallisirbar. — Andere erwähnungswerthe Bleisalze sind: anderthalbbasisches, sechsbasisches u. s. w.

Essigsaures Kupferoxyd, neutrales ($CuO, C_4H_3O_3 + HO$) krystallisirt in dunkelgrauen, rhombischen Prismen, die an der Luft verwittern und sich in Alkohol lösen. Mit 5 Aeq. Wasser krystallisirt es in dunkelblauen durchsichtigen Krystallen von großer Schönheit, die bei 30^0 erhitzt 4 Aeq. Wasser verlieren. Verbindungen dieses Salzes mit Kupferoxydhydrat kommen im Handel als Grünspan vor. Andere wichtige essigsaure Kupferoxydsalze sind: zweibasisches, anderthalbbasisches und dreibasisches.

Methylalkohol und dessen Ableitungen.

Methyl (C_2H_3) ist das Radikal des Holzgeistes und anderer Methylverbindungen. Wird durch Zerlegung der Essigsäure mittelst des elektrischen Stroms oder durch Zersetzung des Aethyls mit Kalium, oder durch Einwirkung von Jod, Aethyl und Wasser erhalten. Es ist ein farb- und geruchloses Gas, unlöslich in Wasser, löslich in Alkohol. Verbindet sich im zerstreuten Lichte mit Chlor.

Methyloxyd (Methyläther, Holzäther, C_2H_3O). Diese Verbindung wird, wie der Aether (Aethyloxyd) gewonnen, wenn Methylalkohol (Holzgeist) mit einem gleichen Volumen Schwefelsäure oder auch 1 Th. des erstern mit 4 Th. des letzteren in einer Retorte destillirt wird. Sie stellt ein farbloses Gas von pfeffermünzähnlichem Geschmack dar, welches bei — 16^0 noch nicht flüssig wird.

Methyloxydhydrat (Holzgeist, Holzalkohol, C_2H_3O, HO) bildet sich bei der trocknen Destillation des Holzes und ist in der hierdurch erhaltenen wässerigen Flüssigkeit, dem Holzessig, neben Essigsäure, Aceton, brenzlichen Oelen, wie Kreosot und theerartigen Stoffen etwa zu 1 Proc. enthalten. In reiner Gestalt erhält man es durch Zersetzen des oxalsauren Methyloxyds mittelst siedender Kalilösung. Es ist in chemischer Beziehung dem Weingeist sehr

ähnlich und erscheint als dünnflüssige farblose Flüssigkeit von eigenthümlich geistigem Geruche und 0,789 spec. Gew.; siedet bei 68⁰.

Schwefelsaures Methyloxyd ($C_2 H_3 O, SO_3$). Wird erhalten durch Destillation von 1 Th. Holzgeist mit 8 bis 10 Th. Schwefelsäure, wenn man das ölartige Destillat mit Wasser schüttelt, um die Schwefelsäure zu entfernen und dann über Chlorcalcium destillirt. Es ist eine ölartige, farblose, syrupdicke Flüssigkeit von 1,342 spec. Gew., die bei $+ 183^0$ siedet.

Methyloxydschwefelsäure (Holzätherschwefelsäure, $S_2 H_3 O, SO_3 + HO, SO_3$), krystallisirt in weißen Nadeln, bildet sich, wenn 1 Th. Holzgeist mit 2 Th. concentrirter Schwefelsäure gemischt, das Gemenge mit kohlensaurem Natron neutralisirt und das holzätherschwefelsaure Barytsalz durch Schwefelsäure zersetzt wird.

Salpetersaures Methyloxyd ($C_2 H_3 O + NO_5$) bildet sich durch Destillation von 3 Th. Holzgeist, 5 Th. salpetersaurem Kali und 10 Th. Schwefelsäure. Das Destillat stellt durch Destillation über Bleioxyd und Chlorcalcium gereinigt eine farblose schwach-ätherisch riechende Flüssigkeit von 1,182 spec. Gew. dar, welche bei 66^0 siedet.

Oxalsaures Methyloxyd ($C_2 H_3 O + C_2 O_3$), fast farblos, krystallinisch, bei 51^0 schmelzbar; siedet bei 161^0, ist in Wasser, Alkohol und Holzgeist löslich; wird erhalten durch Destillation von gleichen Theilen Oxalsäure, Schwefelsäure und Holzgeist. Aus dem Destillat setzen sich beim Verdunsten schuppige Krystalle ab, welche mit Wasser in Oxalsäure und Holzgeist, mit Ammoniak in Holzgeist und Oxamid zerfallen. Durch die Einwirkung von trockenem Ammoniakgas werden sie in Oxamethylan verwandelt.

Ferner ist das salicylsaure Methyloxyd zu erwähnen, welches sich in der Natur im ätherischen Oel der Gaultheria procumbens findet. Das Methyl verbindet sich ferner mit dem Chlor, Jod, Brom, Fluor, Schwefel und Cyan zu Körpern, welche den Aethylverbindungen analog sind.

Methylarsen oder Kakodyl ($C_4 H_6 As$) entsteht als Oxyd, wenn gleiche Theile essigsaures Kali und arsenige Säure der Destillation unterworfen werden. In reinem Zustande erhält man es am besten aus dem Chlorkakodyl bei Einwirkung von Zink bei 100^0. Es ist eine wasserhelle, dünnflüssige, lichtbrechende Flüssigkeit, welche sich an der Luft von selbst entzündet und zu Kohlensäure, Wasser und arseniger Säure verbrennt. Siedet bei 170^0, erstarrt bei $- 6^0$. Verbindet sich direct mit Sauerstoff zu Kakodyloxyd. Dieses Oxyd (Alkarsin, $C_4 H_6 As O$) erscheint als farblose, das Licht stark brechende Flüssigkeit, welche bei 150^0 siedet und bei 25^0 zu weißen Schuppen erstarrt. Das spec. Gew. $= 1,46$. Das Kakodyloxyd besitzt einen höchst durchdringenden unangenehmen Geruch. Man erhält es durch Destillation gleicher Theile arseniger Säure und essigsauren Kalis.

Kakodylsäure (Alkargen, $C_4 H_7 As O_4$), farblose, an feuchter Luft zerfließliche Krystalle ohne Geruch. Wird erhalten durch allmälige Oxydation des Oxyds unter Wasser mittelst Quecksilberoxyd.

Zinkmethyl ($C_2 H_3 Zn, HO$), farblose Flüssigkeit von unangenehmem, durchdringendem Geruch. Entzündet sich an der Luft von selbst, verbrennt mit grünlicher Flamme und zersetzt eben so rasch, wie Kalium, das Wasser. Bildet sich beim Zersetzen des Jodäthyls mit Zink.

Stibmethyl ($C_2 H_3$, 3 Sb). Farblose, schwere Flüssigkeit von eigenthümlich unangenehmem Geruch. Bildet sich bei der Destillation von Jodmethyl mit einem Gemenge von Antimonkalium mit Quarzsand.

Oxydationsproducte des Methyloxydhydrats.

Wird Methyloxyd mittelst fein zertheilten Platins oxydirt, so verwandelt es sich zuletzt in Ameisensäure (Formylsäure, $C_2 HO 3 + HO$), ist ein Hydrat des Formyloxyds ($C_2 H + O_3$) und entsteht aus dem Holzgeist ganz wie die Essigsäure aus Aethylalkohol. Sie kommt ferner fertig gebildet in den Ameisen (Formica rufa) vor, aus denen man sie durch Zerquetschen derselben und Destillation mit Wasser erhalten kann; concentrirter jedoch dadurch, daß man die Ameisen mit ein wenig Wasser zerquetscht und den ausgepreßten Saft vom Oele getrennt mit kohlensaurem Natron sättigt. Die dadurch erhaltene Lösung wird zur Trockne verdunstet und der Rückstand mit Schwefelsäure und eben so vielem Wasser destillirt. Ferner erhält man die Ameisensäure auch durch Destillation von 1 Th. Stärkemehl, 4 Th. Braunstein und 4 Th. Wasser, indem man allmälig 4 Th. Schwefelsäure hinzumischt. Uebrigens erzeugt sie sich bei mannigfachen Zersetzungsprocessen organischer Stoffe. Sie ist die Ursache des schmerzhaften Stichs, welchen die Ameisen veranlassen. Die Ameisensäure bildet eine farblose, stark sauer riechende und brennend schmeckende Flüssigkeit von 1,23 spec. Gew. Krystallisirt unter 0^0 in Blättchen, siedet bei 100^0. Mit Schwefelsäure erhitzt zerfällt sie in Kohlenoxydgas. Man nimmt in der Ameisensäure eben so, wie in der Essigsäure, ein Radikal des Formyls ($C_2 H$) an. Nach einer andern Ansicht ist sie eine gepaarte Oxalsäure, welche Wasserstoff als Paarling enthält.

Die ameisensauren Salze sind zum größten Theil krystallisirbar, in Wasser löslich.

Chloroform (Chlorformyl, Formylchlorid, $C_2 H Cl_3$). Eine durchsichtige, farblose Flüssigkeit von 1,5 spec. Gew., von eigenthümlichem, ätherartigem, süßlichem Geruch. Verursacht aus einem Schwamme eingeathmet Gefühllosigkeit gegen Schmerzen, indem sie betäubend wirkt. Sie wird erhalten, indem man 1 Th. Chlorkalk, 3 Th. Wasser mit 4 Th. Weingeist destillirt. Sind 6 bis 8 Loth übergegangen, wird die Destillation unterbrochen. Das Destillat mit Wasser geschüttelt, wodurch das Chloroform gefällt wird, welches mit Wasser gewaschen und über Schwefelsäure rectificirt wird.

Amylgruppe.

Amyl ($C_{10}H_{11}$). Dieses Radikal wird erhalten, wenn man Jodamyl mit Zinkamalgam erhitzt und die bei 155⁰ überdestillirende Flüssigkeit auffängt. Außerdem bildet es sich, wenn Capronsäure dem galvanischen Strome ausgesetzt wird. Es ist eine farblose Flüssigkeit von schwefelätherischem Geruch und brennendem Geschmack, welche bei — 30⁰ dick und ölartig wird und ein spec. Gew. von 0,770 besitzt.

Amyloxyd (Amyläther, $C_{10}H_{11}O$) ist im reinen Zustande schwierig zu gewinnen. Eine angenehm riechende bei 110⁰ siedende Flüssigkeit, welche sich bei Einwirkung einer weingeistigen Kalilösung auf Chloramyl bildet.

Amyloxydhydrat (Amylalkohol, Kartoffelfuselöl, $C_{10}H_{11}O, HO$) findet sich im unreinen Zustande im Fuselöl, ist im reinen Zustande farblos, dünnflüssig mit 0,81 spec. Gew., von durchdringendem Geruche und brennendem Geschmack, siedet bei 133⁰ und verbrennt mit blauer Farbe. Es bildet sich neben dem gewöhnlichen Alkohol bei der Gährung stärkemehlhaltiger Substanzen und geht zuerst, wenn man die gegohrene Masse destillirt, mit dem gewöhnlichen Alkohol über. Durch Schütteln mit Wasser, Destillation über kohlensaures Natron und zuletzt über Chlorcalcium ist der Amylalkohol von andern Beimengungen völlig zu reinigen.

Butylalkohol oder Butyloxydhydrat ($C_8H_{10}O_2$) findet sich in demjenigen Theile des Kartoffelfuselöls, der zwischen 108 bis 118⁰ siedet. Bildet eine stark lichtbrechende, farblose Flüssigkeit. Ist leichter als Wasser, riecht ähnlich wie Amylalkohol, aber mehr weinartig.

Das Butyloxyd (C_8H_9) ist nicht bekannt, dagegen aber das Radikal Butyl oder Valyl (C_8H_9), welches durch Zersetzung der Valeriansäure mittelst des galvanischen Stromes erhalten wurde. Es ist eine farblose Flüssigkeit von angenehm ätherischem Geruch, im Anfange mild, nachher brennend schmeckend. Löst sich leicht in Alkohol und Aether, ist in Wasser unlöslich und siedet bei 105⁰.

Caprylalkohol oder Capryloxydhydrat ($C_{16}H_{18}O_2$), ein Zersetzungsproduct der Recinölsäure. Eine farblose, ölartige, brennbare Flüssigkeit, löslich in Alkohol, Aether und Essigsäure, von angenehmem aromatischem Geruch und 0,23 spec. Gew. Sie enthält das Radikal Capryl ($C_{16}H_{17}$), welches so wie dessen Oxyd noch nicht abgeschieden worden ist.

Ferner ist zu erwähnen die Cetylgruppe mit dem Radikal Cetyl $C_{32}H_{33}$, dessen Oxyd Cetyläther ($C_{32}H_{33}O$) im reinen Zustande noch nicht dargestellt und dessen Oxydhydrat, das Aethal ($C_{32}H_{33}O + HO$). Die Cerotingruppe mit dem Radikal Cerotin ($C_{54}H_{55}$), dem Oxyd Cerotyläther ($C_{54}H_{55}O$), dem Cerotyloxydhydrat oder Cerotylalkohol (Cerotin, $C_{54}H_{55}O + HO$). Cerotinsäure findet sich im Bienenwachs, Cerotin wird beim Verseifen des chinesischen Wachses, neben Cerotinsäure erhalten. Beide Stoffe sind schon bei den Wachsarten beschrieben worden.

Melissingruppe mit dem Radikal Melissyl ($C_{60} H_{61}$), dessen Oxyd Melyläther ($C_{60} H_{61}$), dessen Oxydhydrat Melissin ($C_{60} H_{61} O + HO$) ist. Melissinsäure ist früher erwähnt und das Melissin ist ein Alkohol aus der Reihe der Wachsarten. Unter den verschiedenen zweifelhaften Alkoholen ist der Amylalkohol (Mesitalkohol, Brenzessiggeist, Aceton = $C_3 H_3 O$) zu erwähnen. Entsteht durch trockne Destillation trockner essigsaurer Salze und vieler indifferenter Kohlenhydrate, namentlich unter Zusatz von Kalk. Am besten wird das Aceton durch Destillation des essigsauren Kalks, Rectifikation des Destillats über Kalk und zuletzt über Chlorcalcium erhalten. Es ist dann eine farblose, dem Essigäther etwas ähnlich riechende Flüssigkeit, von brennend kampherartigem Geschmack, leicht entzündlich. Siedet bei 55°; spec. Gew. 0,79.

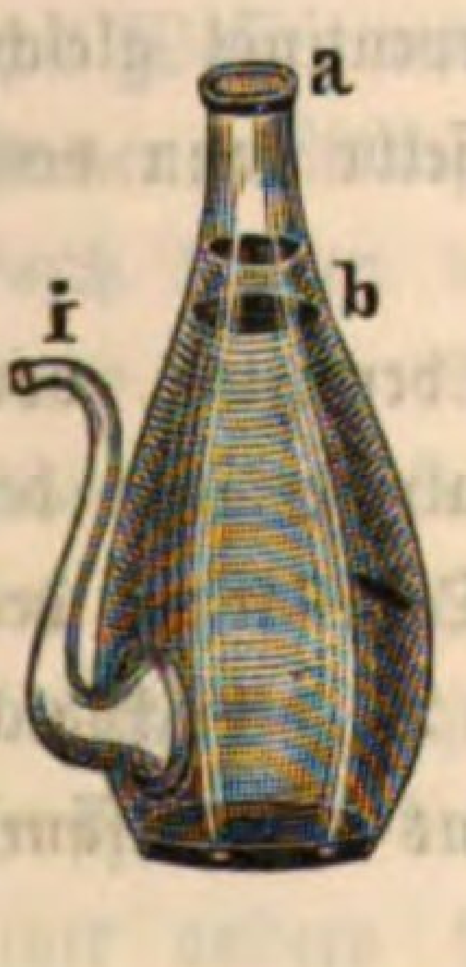
Oenyloxyd (Oenyläther), dessen Radikal Oenyl ($C_6 H_5$) ist, stellt eine dem Pfeffermünzöl ähnliche Flüssigkeit dar, welche bei 120° siedet.

Metaceton, eine angenehm riechende Flüssigkeit, welche bei 112° siedet. Entsteht neben Aceton beim Erhitzen indifferenter Kohlenhydrate mit Kalk.

VI. Familie der ätherischen Oele.

Mit diesem Ausdruck bezeichnet man eine Anzahl organischer Stoffe, welche bei gewöhnlicher Temperatur meistens flüssig, seltener fest und für sich ohne Zersetzung flüssig sind, so wie auch beim Erhitzen mit Wasser mit den Dämpfen derselben übergehen. Sie besitzen einen starken theils angenehmen, theils widerlichen Geruch und einen brennenden Geschmack. Sie sind in Wasser leicht löslich, ertheilen aber demselben ihren Geruch und lösen sich leicht in Aether und Alkohol. Die größere Anzahl derselben existirt schon in der Pflanze, welche ihnen ihren Geruch verdankt, fertig gebildet; aber andere, wie z. B. das Bittermandelöl, werden durch eine Art Gährung erzeugt. — Viele Pflanzen bilden, wenn sie eingeschnitten werden, Balsame, ein Gemenge ätherischer Oele und Harze; in manchen ätherischen Oelen setzt sich wieder ein krystallinischer Stoff (Kampher) ab.

Fig. 16.



Die allgemeine Darstellungsweise dieser Oele geschieht dadurch, daß die betreffenden ölreichen Pflanzentheile mit Wasser in Destillirblasen zum Kochen erhitzt werden, wobei das flüchtige Oel mit den Wasserdämpfen übergeht. Das milchige Destillat trennt sich in der Ruhe in zwei Schichten, von denen die untere meistens aus wenig Oel enthaltendem Wasser und die obere aus dem ätherischen Oel besteht, das man abnimmt. — Um das Oel vom Wasser zu trennen, wendet man die sogenannte Florentiner Flasche an (siehe Fig. 16). Diese ist konisch geformt und mit einer Seitenröhre i versehen. Das bei der Destillation übergehende Gemenge sammelt sich in der Flasche durch die Oeffnung bei b an, das Oel schwimmt weiter oben bei a. Das Wasser sinkt zu Boden

und läuft zuletzt bei dem Schnabel i ab. Hat sich eine hinreichende Menge Oel gesammelt, so nimmt man es mit der Pipette ab.

Manche ätherische Oele, welche in großer Menge in vielen Pflanzen enthalten sind, gewinnt man durch Auspressen, z. B. Citronen-, Pomeranzenöl u. s. w.

Man theilt die ätherischen Oele in sauerstofffreie (Kohlenwasserstoff), in sauerstoffhaltige (ternäre) und in schwefelhaltige ein.

a. Sauerstofffreie Oele (Kohlenwasserstoffe).

Terpentinöl ($C_{10} H_8$), eine farblose, dünnflüssige Flüssigkeit, von nicht unangenehmem Geruch, eigenthümlich brennendem Geschmack, in Wasser schwierig, in absolutem Alkohol und Aether leicht löslich. Spec. Gew. 0,8. Siedepunkt $= 157^0$. Wird durch Destillation des Terpentins, eines aus verschiedenen Pinusarten ausfließenden Saftes, mit Wasser erhalten, wobei Colophonium in der Retorte zurückbleibt. — Bei 29^0 scheidet sich aus dem Terpentinöl ein fester krystallinischer Körper ab. Wasser verbindet sich mit dem Oel in verschiedenen Verhältnissen zu theils festen, theils flüssigen Producten. Eins der festen Producte ist der Terpentinkampher ($C_{20} H_{16} + 4 HO$). Leitet man Salzsäuregas in Terpentinöl, so bildet sich eine krystallinisch-feste und eine flüssige Verbindung, von denen die erstere in weißen Prismen krystallisirt und $C_{20} H_{17} ClH$ entspricht, und mit Kalk erhitzt ein reines Oel, Dadyl oder Tereben ($C_{20} H_{16}$) liefert. Mit Salpetersäure anhaltend gekocht verwandelt sich das Terpentinöl in Terebinsäure ($C_{14} H_9 O_7, HO$).

Citronenöl ($C_{10} H_8$). Durch Auspressen der Citronenschale zu gewinnen. Ist in reinem Zustande farblos, siedet bei 165^0, bildet mit Wasser Citronenkampher, mit Salzsäure eine krystallinische Verbindung, welche bei einer Destillation mit Basen das Citronyl erzeugt, und eine flüssige Verbindung, welche das Citryl bildet. — Aehnlich verhalten sich die Oele der Bergamottcitrone, der Orange, das neutrale Nelkenöl, das Oel des Elemiharzes. — Das Nelkenöl findet sich in den unentwickelten Blüthenknospen von Caryophyllus aromanticus. Schmeckt brennend gewürzhaft, reagirt sauer. Es enthält dann neben dem neutralen Oele ($C_5 H_4$) Nelkensäure ($C_{20} H_{12} O_4$); letztere wird durch Behandeln des Oels mit Kali erhalten.

Wachholderbeeröl ist in der Zusammensetzung dem Terpentinöl gleich, aber abweichend durch seinen eigenthümlichen Geruch. Ebendasselbe kann vom Sabinöl gesagt werden.

Storaxöl ($C_{16} H_8$, Styrol), farblos, durchsichtig, leicht beweglich, von angenehm aromatischem Geruch, siedet bei 140^0, liefert mit Salpetersäure behandelt Nitrostyrol ($C_{16} H_7 NO_4$). Das Styrol wird durch Destillation des flüssigen Storax mit Wasser und kohlensaurem Natron erhalten. Der Rückstand besteht größtentheils aus Styracin ($C_{36} H_{16} O_4$), welches aus Zimmtsäure und dem Styrol zusammengesetzt ist.

Ferner gehören hierher das Oel der Petersilie, vom Fenchel, Cubeben, Copaivabalsam und gewisse Brandöle, durch Destillation des Bernsteins und des Asphalts erhaltene Producte. Meistens sind diese Oele mit sauerstoffhaltigen Oelen gemengt.

b. Sauerstoffhaltige Oele (ternäre).

Bittermandelöl (Benzoylwasserstoff, $C_{14} H_6 O_2$) bildet sich, wenn Bittermandeln mit Wasser zerrieben werden durch Einwirkung einer eiweißhaltigen Substanz der Synapase (des Emulsins) auf einen in den bittern Mandeln enthaltenen Stoff, das Amygdalin. Außerdem erzeugen sich gleichzeitig Ameisensäure, Traubenzucker und Wasser. Das Bittermandelöl entsteht ferner bei der Einwirkung von Salpetersäure und auf viele andere ätherische Oele bei der Oxydation eiweißhaltiger Stoffe 2c. Das aus Bittermandeln und Kirschlorbeerblättern durch Destillation erhaltene Oel wird von beigemengter Blausäure getrennt, indem man dasselbe mit Kalk und Eisenchlorür destillirt. Es ist im reinen Zustande farblos, dünnflüssig, von angenehm aromatischem Geruch und scharfem Geschmack, siedet bei 163^0, löst sich in 3 Th. Wasser, in jedem Verhältniß aber in Alkohol und Aether. Das Oel ist als das Hydrür eines ternären Radikals des Benzamyl ($C_{17} H_5 O_2$) oder als das Oxyd eines binären Radikals des Pikramyls ($C_{14} H_6$) zu betrachten.

Durch rauchende Salpetersäure wird es in eine weiße, krystallinische Verbindung Nitrobenzoylwasserstoff ($C_{14} H_5 (NO_4) O_2$) übergeführt; an der Luft geht es mit Aufnahme von Sauerstoff in Benzoësäure über ($C_{14} H_6 O_2 + 2 O = C_{14} H_6 O_4$).

Benzoësäure ($C_{14} H_6 O_4$ oder $C_{14} H_5 O_3, HO$) findet sich außerdem als ein Bestandtheil des Benzoëharzes, des Tolubalsams. Man erhält sie aus ersterem auf verschiedene Weise. 1) Indem man das Harz gepulvert mit einem gleichen Gewicht Sand mengt und das Gemenge in einen flachen eisernen Topf bringt, über dessen Mündung ein Blatt Löschpapier gespannt und an den Rändern fest geklebt ist. Ueber dies Papier stellt man eine Tute von Packpapier, welche ebenfalls an den Rändern des Topfes befestigt ist. Erhitzt man den Topf vorsichtig, so wird die Benzoësäure sich sublimiren und in der Papiertute verdichten. 2) Zieht man gepulvertes Benzoëharz mit kohlensaurem Natron und Wasser aus und fällt aus der Lösung die Benzoësäure durch Schwefelsäure. Ferner erhält man die Säure durch Zersetzung des Benzoëäthers, indem man denselben durch Kochen mit Kali in Benzoësäure und Alkohol zerlegt und die Benzoësäure durch Alkohol fällt. Schließlich durch Zersetzung von Hippursäure. Die Benzoësäure bildet weiße, biegsame Nadeln, im reinen Zustande geruchlos, von stechend bitterlichem Geschmack, leicht in Alkohol und Terpentinöl löslich, schmilzt bei 120^0; siedet bei 132^0. Ihre Dämpfe reizen zum Husten. — Nach der Radikalentheorie ist sie ein Benzoësäurehydrat, nach einer andern Ansicht eine gepaarte Säure aus Oxalsäure und dem Radikal

Phenyl ($C_{12} H_5$) bestehend. Mit concentrirter Salpetersäure bildet sie Nitrobenzoësäure ($C_{14} H_5 O_4 + NO_4$). Mit wasserfreier Schwefelsäure Benzoëschwefelsäure ($C_{14} H_5 O_4 + S_2 O_5$). Wird sie mit überschüssigem Kalk destillirt, so geht eine farblose ätherische Flüssigkeit, das Benzol oder Benzin ($C_{12} H_6$) über. Durch Destillation von neutralem benzoësaurem Kalk erhält man Benzon ($C_{26} H_{10} O_2$), eine ölartige, farblose Flüssigkeit von nicht unangenehmem brenzlichem Geruch. Durch Behandeln von rohem Bittermandelöl mit einer weingeistigen Kalilösung erhält man einen geruch- und geschmacklosen krystallinischen Körper, das Benzoin ($C_{14} H_6 O_2$); aus diesem durch Salpetersäure das krystallinische Benzil ($C_{14} H_5 O_2$).

Wasserfreie Benzoësäure ($C_4 H_5 O_3$) bildet sich durch Einwirkung von Phosphoroxychlorür auf benzoësaures Kali, in schiefwinkligen Prismen; bei 42^0 schmelzbar. Sie verbindet sich leicht mit wasserfreier Essigsäure, Zimmtsäure und Cuminsäure.

Die benzoësauren Salze haben oft einen süßlichen und etwas kratzenden Geschmack und sind, wie aus Obigem hervorgeht, durch ihre Zersetzungsproducte von Interesse.

Zimmtöl, im frischen Zustande ($C_{20} H_{11} O_2$), zieht aber rasch Sauerstoff an, ist schwerer als Wasser. Das spec. Gew. = 1,35, in Wasser schwer, in Alkohol leicht löslich. Wird durch Destillation aus den Rinden von Laurus Cinnamomum und Laurus Cassia gewonnen. Es besteht wesentlich aus Cinnamylwasserstoff ($C_{18} H_8 O_2$), dem Aldehyd der Zimmt- oder Cinnamylsäure. Das gemeinschaftliche Radikal ist Cinnamyl ($C_{18} H_7 O_2$).

Anisöl ($C_{20} H_{12} O_2$) bildet mit Brom eine schöne krystallinische Verbindung.

Spiräaöl, aus Spiraea Ulmaria erhalten, besteht aus einem indifferenten Oel und einer Säure, der salicyligen Säure, oder dem Salicylwasserstoff. Letzterer läßt sich auch künstlich durch Destillation von Salicin mit saurem chromsaurem Kali und Schwefelsäure darstellen. Durch Erhitzen des Salicylwasserstoffs mit Kalihydrat bildet sich Salicylsäure ($C_{14} H_5 O_5$).

Das Wintergrünöl (Gaultheriaöl). Durch Destillation aus der Gaultheria procumbens und der Rinde von Betula lenta erhalten, ist farblos oder etwas grünlich gefärbt, von nicht unangenehmem durchdringenden Geruch. Sein spec. Gew. = 1,18. Siedepunkt = 200^0. Besteht aus Gaultherylon ($C_{10} H_8$) und salicylsaurem Methyloxyd ($C_{14} H_5 O_5 + C_2 H_3 O$). Baldrianöl, aus der Baldrianwurzel gewonnen, ist blaßgelb, riecht unangenehm, schmeckt bitter und Kampher ähnlich, besteht aus Borneen ($C_5 H_4$), welches durch Aufnahme von Wasser in Kampher übergeht und einem sauerstoffhaltigen Oele, dem Valerol ($C_{12} H_{10} O_2$), das an der Luft Baldriansäure bildet.

Rautenöl. Das Oel der Ruta graveolens besteht aus einem Kohlenwasserstoffe und einem sauerstoffhaltigen Oele ($C_{20} H_{20} O_2$). Letzeres ist das Aldehyd der Caprinsäure.

Kleienöl (Furfurol) bildet sich bei Einwirkung von verdünnter Schwefelsäure auf vegetabilische Substanzen. Eine farblose Flüssigkeit von zimmtähnlichem Geruch. Formel = $C_{10} H_4 O_4$. Ferner gehören hierher Dillöl, Pimpinellöl, Lavendelöl, Kamillenöl, Pfeffermünzöl ($C_{10} H_{10} O$), Wermuthöl, Wurmsamenöl, Rosmarinöl und andere seltene Oele.

c. Schwefelhaltige ätherische Oele.

Diese Classe von Oelen zeichnet sich durch einen stechenden eigenthümlichen Geruch und scharfen brennenden Geschmack aus, so wie manche auch einen knoblauchartigen Geruch besitzen.

Senföl. Entsteht auf dieselbe Weise aus dem Senfsamen, wie das Bittermandelöl aus den Bittermandeln. Der Samen des schwarzen Senfes wird zerstoßen, mit Wasser angerührt und nachher destillirt, wobei das Senföl ($C_8 H_5 NS_2$) auftritt, ein Körper, welchen auch das Löffelkraut, der Meerrettig und Zwiebeln liefern. Das Senföl ist gelblich gefärbt, rein farblos, von 1,010 spec. Gew. Siedet bei 140 bis 146^0, äußerst ätzend, zieht Blasen auf der Haut, reizt zu Thränen, löst sich leicht in Alkohol und Aether und löst Schwefel und Phosphor auf. Wird als die Schwefelcyanverbindung des Radikas Allyl ($C_8 H_5 NC_2$) betrachtet. Mit Ammoniak bildet das Senföl das Thiosinnamin, eine organische Basis.

Das Senföl enthält ferner einen stickstoffhaltigen Körper, das Myrosin. In dem Samen findet sich ein krystallinischer, fettähnlicher Körper, Synapin. Wird gepulverter, schwarzer Senfsamen durch Auspressen von seinem fetten Oele befreit, dann mit warmem Alkohol behandelt, so erhält man in Lösung myronsaures Kali, welches in farblosen Säulen krystallisirt und durch Weinsäure zersetzt Myronsäure, eine balsamartige Masse liefert.

Knoblauchöl (Schwefelallyl, $C_6 H_5 S$). Ein dem Senföl sehr ähnlicher Körper. Findet sich in dem Knoblauch, Allium sativum und wird daraus, wie aus den Zwiebeln, durch Destillation mit Wasser zunächst als braunes schweres Oel von widrigem Geruche erhalten. Erhitzt man es im Kochsalzbade, so destillirt leicht eine fast farblose Flüssigkeit über, die auf Wasser schwimmt und den charakteristischen knoblauchartigen Geruch besitzt. Man reinigt es noch durch Destillation über Kalium; es ist dann wasserhell, schwer löslich in Wasser, leicht in Alkohol und Aether. Es läßt sich auch aus dem Senföl durch Digestion von Schwefelkalium und nachheriger Destillation darstellen. — Das reine Oel wird als eine Schwefelverbindung des Radikals Allyl betrachtet. — Wird Knoblauchöl mit einer weingeistigen Quecksilberchloridlösung gemischt, so bildet sich neben andern Producten ein Doppelsalz von Allylquecksilbersulfuret und Allylquecksilberchlorid.

Asafötida-Oel (Stink-Asant-Oel). Wird durch Destillation von Asafötida mit Wasser erhalten. Hellgelb, von höchst unangenehmem Geruch; ein Gemenge des Allyl von Schwefel mit Schwefelwasserstoff.

Den ätherischen Oelen verwandte Stoffe.

Hierher gehören mehrere feste, flüchtige Körper, welche der aus manchen ätherischen Oelen sich ausscheidenden krystallinischen Substanz oder Stearopten ähneln. Die wichtigeren sind folgende:

Kampher ($C_{10} H_8 O$) findet sich in Laurus camphora und wohl in den ätherischen Oelen anderer Labiaten. Eine weiße, helldurchsichtige, krystallinische Masse von bekanntem Kamphergeruch, leicht löslich in Alkohol und Aether. Spec. Gew. = 0,98, Schmelzpunkt 175°, Siedepunkt 204°. Zur Darstellung wird das Holz des Kampherbaumes zerkleinert und in einem Kessel, über welchem sich ein thönerner mit Reisstroh angefüllter Helm befindet, mit Wasser destillirt. Der sich in dem Helme absetzende Kampher wird durch Sublimation und Kalk gereinigt. Mit Salpetersäure behandelt geht der Kampher in Kamphersäure ($C_7 H_3$) über. Der Borneokampher ($C_{10} H_9 O$) ist ein in weißen, durchsichtigen, sechsseitigen Prismen krystallisirender Körper, dem gewöhnlichen Kampher sehr ähnlich.

Das Cumarin oder Tonka-Stearopten ($C_{18} H_8 O_4$), ein höchst angenehm kampherähnlich riechender Körper, der sich in den Tonkabohnen, im Waldmeister und mehreren andern Pflanzen findet. Man stellt ihn aus den Tonkabohnen durch Ausziehen mit Aether dar. Krystallisirt in kleinen Prismen, ist farblos, riecht wie die Tonkabohnen und schmilzt bei 120°.

Helenin oder Alantkampher ($C_{42} H_{28} O_6$) findet sich in der Wurzel von Inula Helenium und wird daraus durch Ausziehen mit Alkohol erhalten. Krystallisirt in vierseitigen Säulen von scharfem Geruch und Geschmack, schmilzt bei 72°.

Cantharidin ($C_{10} H_6 O_4$). Das wirksame Princip der spanischen Fliegen (Lytta vesicatoria), wird aus dem wässerigen Auszug derselben mit Aether gewonnen. Krystallisirt in glimmerartigen Schuppen.

Asaron, eine flüchtige feste Verbindung ($C_{10} H_{13} O_5$), krystallisirt in schönen, bestimmten Formen und ist aus der Haselnuß (Asarum europaeum) dargestellt worden. — Anemonin ($C_5 H_2 O_2$), ein krystallisirbarer fester Körper, aus den verschiedenen Species der Anemone erhalten.

Das Steinöl, welches in vieler Beziehung zu der Classe der ätherischen Oele gehört, ist in der Mineralogie besprochen worden.

VII. Familie der Harze.

Die Harze befinden sich gewöhnlich neben den ätherischen Oelen und dürfen wohl größtentheils als Veränderungsproducte der äherischen Oele betrachtet werden, welche namentlich durch Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft entstanden sind. Sie finden sich im Pflanzenreiche sehr häufig. Einige derselben, wie die der Coniferen, fließen in Verbindung der ätherischen Oele von selbst aus und erhärten an der Luft. Andere stellt man durch Ausziehen mit Alkohol

und Abdampfen zur Trockne oder durch Fällen des alkoholischen Auszugs mittelst Wasser dar. In reinem Zustande sind wohl alle Harze farblos, nicht flüchtig, bei gewöhnlicher Temperatur fest und amorph, selten krystallinisch, gewöhnlich schwerer als Wasser; Nichtleiter der Elektricität, in reinem Zustande geruch- und geschmacklos. Der Geruch, welcher sie in der Natur begleitet, rührt von ätherischen Oelen her. Sie lösen sich in Alkohol, ihre Löslichkeit ist aber eine verschiedene. Einige lösen sich in Aether. Sie schmelzen in heißem Wasser und werden zähe. Sie sind entweder Säuren oder indifferente Körper, einige jedoch auch basischer Natur. Die Verbindungen mit Alkalien nennt man Harzseifen.

Man theilt die Harze in Weichharze oder Balsame und in Hartharze ein. Den Harzen sollen sich hier die Schleim- und fossilen Harze anschließen. — Die wichtigsten sind folgende:

Fichtenharz (Pinusharz) fließt aus verschiedenen Pinusarten mit ätherischem Oel verbunden als Terpentin, ein halbflüssiger Saft, aus. Nach dem Abdestilliren des ätherischen Oeles bleibt eine gelbe Masse zurück, welche nach dem Schmelzen und Entwässern das bekannte Colophonium, ein zum Theil schon zersetztes Harz, liefert. In unzersetztem Zustande besteht das Fichtenharz aus zwei verschiedenen sauren Harzen, dem Alphaharz oder der Pininsäure ($C_{40} H_{30} O_4$), amorph, und dem Betaharz oder der Sylvinsäure, welche mit jener isomer ist, in farblosen Blättchen krystallisirt, sich in Alkohol und Aether löst und bei 140 ^{0} schmilzt. Wird die Destillation des Terpentinöls nicht beendigt, so erhält man als Rückstand gewöhnliches Pech (in gereinigtem Zustande Burgunderpech genannt). Das schwarze Pech oder Schusterpech ist ein Gemenge von Theer und Harz bis zur gehörigen Consistenz eingekocht.

Perubalsam. Eine schwarze, syrupähnliche Masse von vanilleähnlichem Geruche. Wird theils durch freiwilliges Ausfließen, theils durch Auskochen der Zweige und Rinden des Moroxylon peruiferum gewonnen. Er enthält im Wesentlichen ein Oel, das Cinnamein ($C_{54} H_{26} O_8$), Zimmtsäure und Harz. Der ähnliche Tolubalsam von Toluifera balsamum enthält außer einem ätherischen Oel, der Benzoësäure und Zimmtsäure, so wie einem Kohlenwasserstoff, $C_{24} H_{18}$, ein Harz $C_{18} H_{10} O_5$. Wird dieser Balsam destillirt, so bildet er Benzoëäther neben einem neuen Kohlenwasserstoff, Benzoin oder Toluol $C_{14} H_8$, welcher mit Salpetersäure zwei Verbindungen eingeht.

Copaivabalsam fließt aus verschiedenen Copaifera-Arten und stellt ein Gemenge von ätherischem Oel mit mehren Harzen dar, aus denen sich eine krystallisirbare Säure, die Copaivasäure, $C_{40} H_{32} O_4$, abscheiden läßt.

Styracin. Das Harz des Styrax erzeugt mit Salpetersäure die Zersetzungsproducte der Zimmtsäure. Flüssiger Styrax, mit Wasser destillirt, liefert das erwähnte Oel, Styrol.

Gummilack. Ein harzartiger Körper, welcher unter dem Namen Schel-

lack, Körnerlack ꝛc. in den Handel kommt, fließt aus ostindischen Bäumen, in Folge des Stichs einer Art Schildlaus (Coccus lacca).

Benzoëharz von Styrax benzoin eines in Ostindien wachsenden Baumes. Eine zusammengeballte, aus weißen und gelblichbraunen Körnern bestehende harte Masse von angenehmem Geruch und scharfem Geschmack. Löst sich leicht in Alkohol und besteht aus zwei verschiedenen Harzen, Benzoësäure und ätherischem Oele.

Guajakharz, von Guajacum officinale, eine grünlichbraune, gewürzhaft riechende Masse, welche an der Luft Sauerstoff aufnimmt und an der Luft blaugrün wird. Besteht aus einem ätherischen Stoffe, dem Guajacylwasserstoff, $C_{14}H_8O_4$, einer brennend schmeckenden Flüssigkeit, aus verschiedenen Harzen und der Guajaksäure, $C_{12}H_8O_6$.

Copal, ein gelbliches bis bräunliches, durchscheinendes, hartes Harz von muschligem Bruch, in Alkohol löslich, von verschiedenen Bäumen Ost- und Westindiens (besonders Hymenaea). Es ist ein Gemenge von verschiedenen Harzen.

Gummi Gutti. Braungelb, fast geschmacklos, im Schlunde kratzend, ein Gemenge von Harz und Gummi. Ist der an der Luft verhärtete Milchsaft von Cambogia Gutta.

Außerdem sind zu erwähnen: die Asafötida, die Harze der Rhabarberwurzel und als Schleimharze das Ammoniakgummi, Euphorbium, die Myrrhe ꝛc. Ferner schließen sich den Harzen das Kautschuk und die Guttapercha an.

Kautschuk (Federharz, Gummi elasticum, C_8H_7) findet sich in dem Milchsafte vieler Pflanzen, z. B. in Siphonia elastica, Ficus indica ꝛc. Wird durch Einschnitte dieser Bäume gewonnen, indem man mit dem ausfließenden Safte Lehmformen überzieht und sie dann über dem Feuer trocknen läßt. In reinem Zustande ist sein spec. Gew. 0,925. Es ist sehr elastisch, wird in kochendem Wasser weich, löst sich ferner nicht in Alkohol, wohl aber in Aether, Schwefelkohlenstoff und Theeröl. Schwillt im Steinöl und Terpentinöl auf, bildet eine klebrige Flüssigkeit, schmilzt bei 120°. In geschmolzenen Schwefel und Schwefelkohlenstoff getaucht, wird es in eine gelbliche, elastische Masse von vulkanisirtem Kautschuk übergeführt.

Guttapercha. Ein dem Kautschuk sehr ähnlicher Milchsaft der Isonandra gutta, eines Baumes, der in Ost- und Hinterindien wächst. In rohem Zustande locker, braunroth, zusammengerollten Lederschnitzeln ähnlich. Durch Wasserdämpfe erweicht und geknetet von brauner Farbe, in dicken Stücken undurchsichtig und in dünnen wie durchscheinend. Bei gewöhnlicher Temperatur hart, zähe und sehr wenig elastisch. Spec. Gew. = 0,979, bei 50° wird sie weich und bei 70—80° vollkommen knetbar. Löst sich in Aether, ätherischen Oelen und Schwefelkohlenstoff, Theeröl u. s. w.

Fossile Harze. Von diesen Erdharzen, wie Asphalt, Retinit, Idrialin, Scheererit, Steinöl, sind bereits die wichtigsten in der Mineralogie angeführt worden und es wird daher eine Wiederholung derselben vermieden.

Extractivstoffe.

Diese Materien finden sich in pflänzlichen und thierischen Säften, farblos in wässeriger Lösung. Sind jedenfalls Gemenge verschiedener Stoffe, deren chemische Beschaffenheit noch wenig erforscht ist.

VIII. Familie der organischen Säuren.

Weinsäure, $C_8 H_6 O_{12}$ (Weinsteinsäure) findet sich in der Natur im Traubensaft, in den Tamarinden und andern Früchten, krystallisirt in farblosen, schief-vierseitigen Prismen von weinsaurem Geschmack. Wird als Hydrat aus dem doppelt-weinsauren Kali (Cremor tartari) mit dem 26fachen Gewicht Wasser dargestellt, indem man in die siedende Masse Kreide einträgt, bis kein Aufbrausen mehr stattfindet. Es bildet sich unlöslicher weinsaurer Kalk und lösliches einfach-weinsaures Kali; letzteres wird durch Chlorcalcium zersetzt, wodurch noch weinsaurer Kalk zu Boden fällt. Dieser wird sämmtlich durch Schwefelsäure zersetzt und die abgeschiedene Lösung von Weinsäure zum Krystallisiren abgedampft. Die Weinsäure ist eine der stärksten organischen Säuren und hat große Neigung, mit den Basen saure und Doppelsalze zu bilden. — Die weinsauren Salze zerlegen sich in der Hitze, unter Verbreitung eines eigenthümlichen, dem gebrannten Zucker ähnlichen Geruchs. Die wichtigsten sind folgende:

Saures weinsaures Kali (zweifach-weinsaures Kali oder Cremor tartari, $C_8 H_4 O_{10}$, KO, HO). Findet sich im Traubensafte und scheidet sich bei der Gährung in dem Maße ab, als die Alkoholbildung voranschreitet, jedoch ist es in diesem Zustande roth oder schmutziggelb (roher Weinstein), welchen man durch Auflösen in siedendem Wasser und Behandlung der siedenden Lösung mit Thon reinigt. Die helle Flüssigkeit wird zum Krystallisiren abgedampft. Man erhält das Salz entweder in großen Krystallen oder als ein feines krystallinisches Pulver. Es löst sich bei 50^0 in 200 Theilen, bei 100^0 in 18 Theilen Wasser. — Aus diesem Salze stellt man durch Neutralisation des Aequivalents der freien Weinsäure verschiedene Salze dar, z. B. mit Natron das weinsaure Kali-Natron, durch Neutralisation mit Kali das einfach-weinsaure Kali, durch Neutralisation mit Antimonoxyd das weinsaure Antimonoxyd-Kali oder den Brechweinstein ($C_8 H_4 O_{10}$, KO, $Sb O_3 + 2 HO$), indem man Cremor tartari mit Antimonoxyd digerirt. Das Salz krystallisirt in rhombischen Oktaëdern, welche an der Luft emailartig werden, süßlich, hintennach ekelhaft schmecken, sich in 14 Th. kaltem und 7 Th. siedendem Wasser lösen. — Durch gleiche Mischungsgewichte des sauren weinsauren Kalis und Borsäure in siedendem Wasser gelöst, erhält man den Boraxweinstein, der auch durch Auflösen von Borax und Weinstein in Wasser und Abdampfen der Lösung erhalten wird. — Weinsaure Thonerde ist eine gummiartige, sehr leicht lösliche Masse, die sich schon in der Natur in vielen Kryptogamen findet. Man

bereitet sie als Beizmittel durch Auflösen von 2 Th. Weinsteinsäure und 8 Th. Alaun in Wasser.

Umwandlungen der Weinsäure.

Schmelzt man Weinsäure längere Zeit unter vorsichtigem Erwärmen, so bilden sich Tartralsäure $C_8 H_4 O_{10} + 1^1/_2 HO$, Tartrelsäure $C_8 H_4 O_{10}, HO$ und wasserfreie Weinsäure $C_8 H_4 O_{10}$. Diese drei Säuren sind nicht krystallisirbar und bilden mit Kalk und Baryt lösliche Salze. Erhitzt man Weinsäure längere Zeit bis über 100^0, so bildet sich Brenzweinsäure, $C_{12} H_6 O_{10}$; bei noch höherer Temperatur Lipinsäure, $C_{10} H_6 O_6$. — Durch Salpetersäure wird die Weinsäure in Oxalsäure und Kohlensäure verwandelt.

Traubensäure (Paraweinsäure) findet sich mitunter im Traubensafte mit Kali verbunden als saures traubensaures Kali. Als Hydrat krystallisirt sie in schiefen rhomboidischen Säulen, die sich in 6 Th. kalten Wassers und in geringer Menge in Alkohol lösen. Die Traubensäure ist von saurem Geschmack. Man stellt sie aus dem sauren Kalisalze auf dieselbe Weise wie die Weinsäure aus dem Cremor tartari dar. Sie ist mit der Weinsäure isomer und bildet analog zusammengesetzte saure Salze, erleidet in der Wärme dieselbe Umwandlung, wie die Weinsäure. Sie unterscheidet sich von der Weinsäure dadurch, daß erstere $5^3/_4$ Th. Wasser zur Lösung, letztere aber nur $^7/_{13}$ Th. Wasser bedarf. Die Krystalle der Traubensäure verwittern an der Luft; auch ist die Krystallform beider verschieden.

Citronensäure ($C_{12} H_6 O_{14} = C_{12} H_5 O_{11}, 3 HO$) findet sich meistens in Verbindung mit andern organischen Säuren in vielen Pflanzensäften, besonders in den sauren Früchten, z. B. Citronen, Johannisbeeren ꝛc. Krystallisirt in großen durchsichtigen Krystallen von starkem, aber angenehm saurem Geschmack; leicht löslich in Wasser. Wird aus dem Citronensafte durch Sättigen desselben mit Kreide, Auswaschen des abgeschiedenen citronensauren Kalks mit siedendem Wasser und Zersetzen durch Schwefelsäure erhalten. Die citronensauren Salze, welche 1, 2 und 3 Aeq. Basis enthalten, sind mit Ausnahme der der Alkalien in Wasser unlöslich.

Aepfelsäure ($C_8 H_4 O_8$) findet sich häufig in sauren Früchten, Aepfeln, unreifen Vogelbeeren ꝛc. Bildet eine körnige, krystallinische Masse von sehr saurem Geschmack. Wird erhalten, indem man unreife Vogelbeeren auspreßt, den Saft mit Kalkmilch nahezu sättigt und den neutralen äpfelsauren Kalk mit verdünnter warmer Salpetersäure behandelt, worauf beim Erkalten saurer äpfelsaurer Kalk in großen Krystallen sich abscheidet. Dieses Salz wird gelöst und mit essigsaurem Bleioxyd gefällt; das dadurch erhaltene äpfelsaure Bleioxyd mit Schwefelwasserstoff zersetzt und die in Wasser gelöste Apfelsäure durch Abdampfen erhalten.

Mit den Basen vereinigt sich die Aepfelsäure zu Salzen, welche meistens in Wasser löslich sind. — Bis 150⁰ erhitzt, geht sie in Fumarsäure über, welche sich in Fumaria officinalis befindet und der Zusammensetzung $C_8\,HO_3$, HO entspricht. Bis zu 180⁰ erhitzt, erhält man aus der Aepfelsäure Maleïnsäure (Equisetsäure), eine krystallinische Masse $= C_8\,H_2\,O_6$, 2 HO, welche in Wasser, Alkohol und Aether leicht löslich ist.

Bernsteinsäure ($C_4\,H_2\,O_3$, HO oder $C_8\,H_4\,O_6$, 2 HO) findet sich fertig gebildet im Bernstein, in einigen Terpentinarten, in mehren Pflanzen, und bildet sich durch Einwirkung von Salpetersäure auf verschiedene Fettsäuren, bei der Gährung von äpfelsaurem Kalk unter Gegenwart von faulem Käse. Wird aus dem Bernstein durch trockne Destillation erhalten; in größerer Menge, wenn derselbe zuvor mit Schwefelsäure geröstet wurde. Die Bernsteinsäure krystallisirt aus der wässerigen Säure mit 1 M.-G. Wasser in weißen, vierseitigen Prismen, ist in Wasser und siedendem Alkohol leicht löslich.

Korksäure ($C_8\,H_6\,O_3$, HO) bildet sich bei der Behandlung der Korkrinde mit Salpetersäure, besonders aber, wenn diese letztere auf fette Körper einwirkt. Kleine körnige Krystalle, in heißem Wasser leicht löslich, in feuchtem Zustande bei 54⁰, in getrocknetem Zustande, bei 120⁰ schmelzbar.

Zuckersäure ($C_6\,H_4\,O_7$) entsteht beim Behandeln des Zuckers mit Salpetersäure neben Oxalsäure. Erscheint als spröde Masse, welche an der Luft feucht und klebrig wird, stark sauer schmeckt, sich in Alkohol und Wasser löst. Wird erhalten, indem man 1 Th. Zucker mit 3 Th. gewöhnlicher Salpetersäure erhitzt, bis sich keine salpeterige Säure mehr entwickelt, nach dem Erkalten mit der Hälfte Wasser mischt, mit kohlensaurem Kali sättigt und mit Essigsäure zersetzt. Das nach einiger Zeit abgeschiedene saure zuckersaure Kali wird mit kohlensaurem Kali gesättigt, mit schwefelsaurem Kadmiumoxyd gefällt und das entstandene zuckersaure Kadmiumoxyd mit Schwefelsäure zersetzt, die vom Schwefelkadmium abfiltrirte Flüssigkeit liefert nach dem Abdampfen die Säure.

Schleimsäure ($C_{12}\,H_8\,O_{14} + 2\,HO$) bildet sich bei der Einwirkung von verdünnter Salpetersäure auf Milchzucker und Gummi. Stellt ein weißes, krystallinisches Pulver dar, welches sich in 6 Th. kochenden Wassers auflöst und bei anhaltendem Erhitzen in Brenzschleimsäure übergeht.

Milchsäure ($C_6\,H_5\,O_5 + HO$) findet sich in saurer Milch, im Sauerkraut, in sauren Gurken ꝛc. und entsteht bei der Milchsäuregährung, wenn man eine Lösung von Rohrzucker oder Milchzucker ꝛc. mit ungesalzenem Käse, in abgerahmter Milch vertheilt, in Berührung bringt und die Mischung einer Temperatur von 25—40⁰ aussetzt. — Die Säure erscheint als Hydrat farblos, von Syrupconsistenz und schmeckt sehr sauer. Wasserfrei bildet sich eine feste gelbe Masse von bitterem Geschmack. Die milchsauren Salze sind meistens in kaltem Wasser und in Alkohol schwer löslich.

Aconitsäure ($C_4H_2O_4$) krystallisirt in warzenähnlichen Körnern, findet sich fertig gebildet im Eisenhut, Schachtelhalm u. s. w.

Angelicasäure ($C_{10}H_8O_4$), durchsichtige, farblose Nadeln, bei 45⁰ schmelzbar. Findet sich in der Angelikawurzel u. s. w.

Eichengerbsäure (Tanninsäure), Tannin ($C_{18}H_5O_9$), findet sich hauptsächlich in den Eichenrinden und sogenannten Galläpfeln. Erscheint als eine weißgelbliche, schwammige, in Wasser und Alkohol lösliche, aber in Aether fast unlösliche Masse. Die Lösung reagirt sauer, schmeckt stark zusammenziehend und fällt Eisenoxyd schwarzblau. — Das gerbsaure Eisenoxyd ist das hauptsächlich Färbende der schwarzen Tinte. Die Eichengerbsäure wird am besten erhalten, indem man gepulverte Galläpfel in einen länglichen Trichter bringt, der unten mit etwas Baumwolle verstopft ist, den Trichter auf eine Flasche setzt und auf die Galläpfel wasserhaltigen Aether gießt. Die aus dem Trichter ablaufende Flüssigkeit wird sich in 2 Schichten trennen, von denen die untere eine reine Lösung der Gerbsäure im Wasser ist, welche abgezogen und nach dem Auswaschen mit Aether, im luftleeren Raume verdunstet, die Säure liefert. — Läßt man eine Gerbsäurelösung längere Zeit an der Luft stehen, so bildet sich Gallussäure, C_7HO_3, 2HO, in langen, seidenglänzenden Nadeln, welche sich in 100 Th. kalten und 3 Th. siedenden Wassers, leichter aber in Alkohol lösen. Bis zu 212⁰ erhitzt zerfällt sie, wie die Gerbsäure, in Brenzgallussäure, $C_{12}H_6O_6$ oder $C_6H_3O_3 + HO$, weiße, krystallinische Blättchen von bitterem Geschmack. Andere Zersetzungsproducte der Gerbsäure sind Metagallussäure, Ellagsäure u. s. w.

Catechugerbsäure ($C_{18}H_8O_8$) wird aus dem Catechu, dem eingedickten Safte von Acacia catechu gewonnen, ist nicht krystallisirbar, hellgelblich, leicht löslich in Wasser, Alkohol und Aether, schmeckt zusammenziehend. —

Catechusäure ($C_{14}H_6O_6 + HO$) findet sich in dem Catechu neben der Gerbsäure; bildet ein weißes, seidenglänzendes Pulver, welches in heißem Wasser leicht löslich ist und bei 217⁰ unter Verlust von 1 Aeq. Wasser schmilzt.

Brenzcatechusäure ($C_{12}H_6O_4$), welche in farblosen, glänzenden Blättchen sublimirt. — Eine Lösung von Catechusäure in Alkali wird unter Sauerstoffaufnahme unter Bildung von Japonsäure und Rubinsäure zersetzt.

Moringerbsäure ($C_{18}H_8O_{10}$) findet sich in dem Gelbholz und erscheint als ein citronengelbes, krystallinisches Pulver.

Kinogerbsäure findet sich in dem Kino, dem erhärteten Safte von Coccoloba uvifera und mehren andern exotischen Gewächsen.

Kaffeegerbsäure ($C_{14}H_8O_7$, HO), eine gummiartige, säuerlich zusammenziehend schmeckende Masse, welche in Ammoniak gelöst an der Luft in Viridinsäure ($C_{14}H_6O_7$, HO) übergeht.

Chinagerbsäure findet sich in den Chinarinden und bildet ein gelbes Pulver. — Chinovagerbsäure ($C_{14}H_8O_7$, HO), eine durchsichtige, bern-

steingelbe, spröde Masse, in der Rinde von China nova enthalten. Wird durch längere Einwirkung von verdünnter Schwefelsäure in Chinovaroth ($C_{12}H_6O_5$) und in Zucker zerlegt.

Chinasäure ($C_{14}H_{11}O_{11}, HO$) findet sich in der Chinarinde in Verbindung mit Chinin. Krystallisirt in schiefen, rhomboëdrischen Prismen, schmeckt stark sauer und löst sich in Wasser und Alkohol. Mit Braunstein und Schwefelsäure destillirt, entwickeln sich dicke Dämpfe aus der Chinasäure, welche sich in der Vorlage zu glänzenden goldgelben Nadeln (Chinon, $C_{12}H_4O_4$) verdichten.

(Die übrigen wichtigeren Säuren, wie z. B. die Fettsäuren, Essigsäure 2c. sind an andern Orten erwähnt worden.)

Säuren, welche aus Kohlenstoff und Sauerstoff bestehen.

Kleesäure (Oxalsäure, C_2O_3) findet sich im Sauerklee, in dem Humboldit, in Rumexarten, im Rhabarber 2c. und tritt häufig als Zersetzungsproduct auf. Man stellt sie gewöhnlich durch Behandlung von Zucker oder Stärkemehl mit Salpetersäure, unter Erwärmen, dar, wobei salpeterige Säure entweicht und die Oxalsäure sich aus der Flüssigkeit krystallinisch ausscheidet. Von Neuem in wenig heißem Wasser aufgelöst, scheiden sich beim Erkalten vierseitige farblose Prismen von reiner Oxalsäure ab, welche 3 Aeq. Wasser enthalten, von denen jedoch bei 100° 2 Aeq. entweichen, während ein weißes Pulver zurückbleibt. Die Säure ist giftig, ihre Alkalisalze sind löslich; die übrigen aber alle unlöslich. Das wichtigste Salz ist das zweifach-oxalsaure Kali (Sauerkleesalz, $KO, 2C_2O_3 + 2HO$). Findet sich häufig in Pflanzensäften, aus denen man es durch Auspressen, Reinigen, Klären und Abdampfen darstellt. Es krystallisirt in schiefen rhombischen Säulen. Löst sich in 40 Th. kalten und 6 Th. heißen Wassers. Wird zum Entfernen von Tintenflecken aus Zeugen benutzt. Durch Neutralisation dieses Salzes mit kohlensaurem Kali erhält man neutrales oxalsaures Kali (KO, C_2O_3, HO) und durch Hinzufügen von 2 Aeq. Oxalsäure vierfach-oxalsaures Kali ($KO, 4C_2O_3 + 7HO$).

Oxalsaures Ammoniumoxyd ($NH_4O, C_2O_3 + 2HO$) krystallisirt in büschelförmig vereinigten Prismen, löst sich in 28 Th. kalten Wassers und ist ein vorzügliches Reagens auf Kalk. Zerfällt beim Erhitzen in Wasser und Oxamid (C_2O_2, NH_2). Das Salz wird erhalten, indem man Ammoniakflüssigkeit mit Oxalsäure neutralisirt und die Lösung abdampft.

Honigsteinsäure ($C_4O_3 + HO$) krystallisirt in feinen farblosen Nadeln; findet sich im Honigstein (siehe Mineralogie). Liefert bei der Destillation eine Brenzsäure. Das honigsteinsaure Ammoniak zersetzt sich beim Erhitzen in Euchronsäure ($C_{12}NO_6$) und Paramid (C_8HNO_4).

Rhodizonsäure (C_7O_7) bildet sich bei der Bereitung des Kaliums und ist an Kali gebunden. Aus dem Kalisalz erhält man es in dunkelrothen, metallglänzenden Nadeln. Dampft man die Lösung des Kalisalzes ab, so zerfällt die Säure in Oxalsäure und Krokonsäure (C_5O_4), deren Salze sämmtlich gelb sind.

Mesoxalsäure (C_6O_8). Ein Zersetzungsproduct der Harnsäure durch Salpetersäure. Bildet eine krystallinische Masse, welche Lackmus röthet.

Stickstoffhaltige Säuren.

Von diesen Säuren werden nur die Harn- und Hippursäure erwähnt; der Gallensäure ist früher gedacht worden.

Harnsäure ($C_{10}H_4N_4O_6$) findet sich in dem gesunden Harn*) der Menschen und der vierfüßigen Thiere, in den Excrementen der Schlangen und Vögel im Guano**), dem bekannten Dünger. Die Säure wird am einfachsten aus Schlangen- oder Vögel-Excrementen erhalten, indem man das darin befindliche harnsaure Ammoniak zersetzt, entweder durch Schwefelsäure oder durch Auflösen der Excremente in Kali und Zersetzen der Kalilösung mittelst Salzsäure. — Die Harnsäure krystallisirt in kleinen, zarten, farblosen Nadeln, stellt aber gewöhnlich ein zart anzufühlendes weißes Pulver dar, welches in Alkohol und Aether unlöslich ist, sich in 1800 Th. siedenden Wassers löst und feuchtes Lackmuspapier röthet. Sie liefert höchst interessante Zersetzungsproducte, so z. B. bei der trockenen Destillation, neben kohlensaurem Ammoniak und Harnstoff die Cyanursäure. Durch Behandeln mit concentrirter Salptersäure Alloxan ($C_8H_4N_2O_{10}$), mit verdünnter Salpetersäure das Alloxantin ($C_8H_5N_2O_{10}$). Behandelt man diese beiden Körper in Lösung mit Ammoniak, so erhält man eine prächtig purpurrothe Lösung, welche einen im reflectirenden Lichte grün-metallglänzenden Körper, das Murexid ($C_{24}H_{11}N_{10}O_{15}$), liefert. — Derselbe bildet sich ebenfalls, wenn man Harnsäure in verdünnter Salpetersäure löst und mit Ammoniak zersetzt. — Durch Kochen der Harnsäure mit Bleiüberoxyd wird neben Harnstoff, Kohlensäure und Oxalsäure Allantoin ($C_4N_2H_3O_3$) gebildet, ein Stoff, der zuerst im Harn der Kühe und Kälber entdeckt wurde. Als weitere Zersetzungsproducte der Harnsäure sind zu erwähnen: Lantanursäure, Mesoxalsäure, Alloxan, Alloxansäure, Parabansäure, Thionursäure u. s. w.

Hippursäure ($C_{18}H_8NO_5 + HO$) findet sich in dem Harn der Grasfresser und wird stets in dem Thiere in der Ruhe erzeugt. Eingenommene Benzoë- und Zimmtsäure, so wie Bittermandelöl wird in dem Harn als Hippursäure abgeschieden. — Man stellt diese Säure dar, indem man Pferdeharn bis

*) Der gesunde Harn des Menschen enthält außer den löslichen unorganischen Salzen der Speisen, Harnstoff, Harnsäure (auch Hippursäure, Kreatin und Kreain, nebst andern unvollkommen bekannten organischen Verbindungen). Ist der Harn sauer, so setzt sich die Harnsäure häufig als Harnstein ab. Aber auch im organischen Salze, z. B. phosphorsaurem Kalk, kommen Harnsteine vor.

**) Die als Guano bekannten Excremente von Seevögeln finden sich an gewissen, äußerst trockenen Stellen der Westküste von Amerika, Afrika und Australien. Dieses mit Recht so vielfach gerühmte Düngungsmittel enthält im Wesentlichen Harnsäure, Guanin (ein weißer, krystallinischer, in Alkohol und Aether unlöslicher Körper), Ammoniaksalze, Alkalien, Phosphorsäure.

auf $^1/_{10}$ abdampft und daraus mit Salzsäure die Hippursäure fällt. Die erhaltene rohe Hippursäure wird mit Kalkmilch gekocht, aus dem Kalksalz der Kalk durch kohlensaures Kali gefällt und aus dem Kalisalz die Hippursäure durch Salzsäure gefällt. Durch wiederholtes Umkrystallisiren gereinigt, erscheint sie in blendendweißen, spießigen Krystallen, die sich in 600 Th. kalten und in einer geringern Menge siedenden Wassers, aber in Alkohol leicht lösen.

IX. Familie der Amide, Imide und Nitrile.

Diese Namen umfassen Verbindungen des Stickstoffs mit dem Wasserstoff und es sind dieselben meistens als Zersetzungsproducte organischer Verbindungen anzusehen.

Es ist bereits im unorganischen Theile erwähnt worden, daß das Ammoniak, wenn es mit den Säuren sich zu salzartigen Verbindungen vereinigt, stets die Elemente von 1 Aeq. Wasser aufnimmt und in Ammoniumoxyd sich verwandelt. Aus diesen Verbindungen des Ammoniums kann man auf verschiedene Weise Wasser austreiben, wodurch neue eigenthümliche Verbindungen entstehen. Je nach der Menge des ausgetriebenen Wassers und der zurückgebliebenen Verbindung oder des Abkömmlings des Ammoniaks unterscheidet man drei verschiedene Fälle:

1) Wenn beim Erhitzen des neutralen Ammoniumoxydsalzes 2 Aeq. Wasser abgeschieden werden; die zurückbleibende Verbindung heißt dann ein Amid, indem man in derselben einen hypothetischen Körper Amid (NH_2) annimmt.
2) Wenn aus einem sauren Ammoniumoxydsalze 4 Aeq. Wasser abgeschieden werden. Die zurückbleibende Substanz heißt dann ein Imid (NH).
3) Wenn aus einem neutralen Ammoniumoxydsalze 4 Aeq. Wasser abgeschieden werden. Es bleibt dann eine sauerstofffreie Stickstoffverbindung zurück und diese nennt man Nitrile.

Amidsäure nennt man endlich eine solche Verbindung, welche aus einem sauren Ammoniumoxydsalze — 2 Aeq. Wasser besteht. Die wichtigsten Amid- und Imidverbindungen sind das Oxamid, Benzamid, Succinamid und Succinimid 2c.

Oxamid ($C_2O_2 + NH_2$) bildet sich als weißes krystallinisches, in Wasser unlösliches Pulver neben andern Producten, wenn oxalsaures Ammoniumoxyd in einer Retorte erhitzt wird; reichlicher aber, wenn Ammoniak auf Oxaläther einwirkt. Es schmilzt bei schnellem Erhitzen und zerfällt in höherer Temperatur in Cyan, Ammoniak und kohlensaures Ammoniak. Mit Oxalsäure bildet es eine gepaarte Säure, die Oxaminsäure ($C_4H_3NO_6$), welche man durch Erhitzen von zweifach-oxalsaurem Ammoniumoxyd oder durch Hindurchleiten von Ammoniakgas durch eine alkoholische Lösung von oxalsaurem Aethyloxyd erhält. Diese Säure bildet ein weißes, nicht krystallinisches Pulver.

Benzamid ($C_{14}H_5O_2 + NH_2$) bildet sich durch Zersetzen der Hippur-

säure mittelst Bleiüberoxyd und bei der Einwirkung von Ammoniak auf Chlorbenzoyl.

Succinamid ($C_4H_2O_2 + NH_2$) bildet sich, wenn Bernsteinsäureäther mit Ammoniak geschüttelt wird. Es erscheint als ein weißer Niederschlag, der sich in siedendem Wasser löst und aus dieser Lösung herauskrystallisirt. — Bis zu 300° erhitzt, zerfällt ein Succinimid ($C_4H_2O + NH$) und bernsteinsaures Ammoniak. — Das Asparagin ist das Amid der Aepfelsäure.

Will man sich die Bildung eines Amids, Imids und Nitrils aus einem entsprechenden Ammoniumoxydsalze recht versinnlichen, so kann man das essigsaure Ammoniumoxyd als Beispiel wählen: essigsaures Ammoniumoxyd $= NH_4, O + C_4H_3O_3$ — 2 Aeq. Wasser (2 HO) = Succinamid ($C_4H_3O_2 + NH_2$) — 1 Aeq. Wasser = Succinimid ($C_4H_3O + NH$ — 1 Aeq. Wasser = Aetonitril ($C_4H_3 + N$).

X. Familie der organischen Basen oder Alkaloïde.

Diese Klasse von Verbindungen ist stickstoffhaltig und in ihrem Verhalten dem Ammoniumoxyd ganz analog. Sie stehen den organischen Säuren ebenso gegenüber, wie die Basen der unorganischen Natur den Mineralsäuren. Sie finden sich vorzugsweise in vegetabilischen Säften, Samen, Wurzeln und namentlich in solchen Pflanzen, die einen energischen Einfluß auf den thierischen Organismus äußern, in denen sie das wirksame Princip bilden. Sie entsprechen in ihren Eigenschaften unter den unorganischen Basen namentlich den Alkalien, daher die Benennung Alkaloïde. Sie sind theils fest und krystallisirbar, theils flüssig, bläuen geröthetes Lackmuspapier. Bilden mit Säuren Salze, welche durch den galvanischen Strom in Basen und Säuren zerlegt werden. Sie bestehen sämmtlich aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff, die nichtflüchtigen außerdem noch aus Sauerstoff. Ihre Sättigungscapacität richtet sich nach der Menge des Stickstoffs, die in dem Alkaloïd in Form von Ammoniak angenommen werden kann. Sie sind jedoch nicht Oxyde eines Radikals, sondern entweder gepaarte Verbindungen aus Ammoniak und einem sogenannten Paarling bestehend oder sie sind Amidverbindungen.

Außer den natürlich vorkommenden organischen Basen hat man auch eine große Reihe künstlicher Basen dargestellt, welche in Amid-, Imid- und Nitrilbasen zerfallen.

Die wichtigsten der organischen Basen sind die natürlichen Alkaloïde oder vegetabilischen Basen.

a. Flüchtige flüssige Basen.

Nicotin ($C_{10}H_7N$) findet sich in dem Taback. Ein farbloses Oel von betäubendem Tabacksgeruch, in Wasser, Alkohol und Aether löslich. Ein tödtliches Gift, wird aus dem Taback durch Destillation der Blätter mit Kali und Wasser erhalten.

Coniin ($C_{16}H_{15}N$). Farblose, ölige Flüssigkeit von durchdringendem, dem Katzenharn ähnlichen Geruch und 0,81 spec. Gew. Findet sich im Schierling und wird aus demselben durch Destillation mit Aetzkali erhalten.

b. Basen der Cinchonarinden.

Chinin ($C_{40}H_{24}N_2O_4$) findet sich in den Chinarinden, vorzüglich in der Königschina an Chinasäure gebunden. Krystallisirt schwierig und läßt sich nur in Krystallen erhalten, wenn man eine alkoholische Lösung der freiwilligen Verdunstung überläßt. Es schmeckt sehr bitter, ist in Wasser nur wenig löslich, leicht aber in Alkohol, Aether und ätherischen Oelen, schmilzt beim Erhitzen zu einer harzähnlichen, durchscheinenden Masse, dem amorphen Chinin oder Chinoidin. Mit Kalihydrat geschmolzen, liefert das Chinin Chinolin, Kohlensäure und Wasserstoff. Das Chinin bildet mit Sauerstoff Salze, von denen das schwefelsaure und salzsaure Salz in der Heilkunde angewendet werden.

Man stellt das Chinin aus der Chinarinde durch Abkochen derselben in verdünnter Salzsäure, Kochen des Auszugs mit Kalkmilch dar, indem man den Niederschlag mit heißem Alkohol behandelt, welcher das Chinin und die darin enthaltene folgende Basis auflöst. Bei der Verdunstung dieser Lösung setzt sich diese, das Cinchonin, in Krystallen ab, während das Chinin gelöst bleibt, welches auf Zusatz von Wasser sich als eine harzige Masse abscheidet und durch Auflösen in absolutem Alkohol nach freiwilliger Verdunstung krystallisirt erhalten wird. — Das Cinchonin ($C_{20}H_{12}NO$) krystallisirt in größeren vierseitigen Säulen, besitzt einen minder bittern Geschmack als das Chinin und erzeugt mit Schwefelcyankalium einen aus glänzenden Flittern bestehenden Niederschlag.

Chinidin oder Cinchotin ($C_{40}H_{24}N_2O_4 + 4HO$) krystallisirt in farblosen, glasglänzenden Prismen. Findet sich in der Humallies-Chinarinde.

c. Basen der Papaveraceen.

Morphin ($C_{35}H_{20}N_6O_6$) findet sich in dem Opium, dem eingedickten Safte der noch grünen Mohnköpfe von Papaver somniferum, aus welchem man dasselbe auf folgende Weise gewinnt. Der lösliche Theil des Opiums wird durch Wasser ausgezogen und der concentrirte Aufguß mit einer Lösung von Chlorcalcium im Ueberschuß vermischt. Beim Stehenlassen setzt die Mischung eine bräunlichgraue Masse ab, welche aus mekonsaurem und schwefelsaurem Kalk besteht, während das salzsaure Morphin mit einer beträchtlichen Menge eines dunkelbraunen Farbestoffs in Lösung bleibt. Wird nun die braune Lösung verdunstet, so krystallisirt beim Erkalten das salzsaure Salz, welches eine beinahe feste Masse bildet, die ausgepreßt und in heißem Wasser gelöst wird. Man wiederholt die Operation mehrere Male, entfärbt das Salz vollends mit Thierkohle, löst das gereinigte Salz, übersättigt mit Ammoniak und gewinnt so beim Erkalten das Morphin als ein schneeweißes Pulver, welches mittelst heißen

Alkohols krystallisirt erhalten werden kann. — In der Mutterlauge befindet sich eine andere Basis, das Codein.

Das Morphin erscheint in durchsichtigen, glänzenden Krystallen, in Wasser fast und in Aether ganz löslich, aber in heißem Alkohol vollkommen löslich. Es ist entschieden alkalisch, indem es Säuren neutralisirt und sich mit denselben zu krystallisirbaren Salzen verbindet. Die Lösungen sind bitter und wirken als narkotische Gifte. — Das salzsaure, essigsaure und schwefelsaure Morphin werden in der Heilkunde angewendet.

Codein ($C_{36}H_{21}NO_3$) krystallisirt in großen glänzenden Oktaëdern, ist ziemlich leicht in Wasser, Alkohol und Aether löslich. Wird aus der Mutterlauge des gefällten Morphins erhalten, welche beim Verdunsten das salzsaure Doppelsalz vom Morphin und Codein absetzt. Dieses Salz wird nach dem Reinigen mit Kali behandelt, welches das Morphin auflöst, während das Codein als eine gummiartige Masse zurückbleibt, welche hart und krystallinisch wird. Durch Auflösen in Aether erhält man das Codein in Lösung, welches nach dem Verdunsten in schönen Krystallen erscheint.

Außerdem findet sich in dem Opium eine Reihe anderer Basen, z. B. das Narcotin ($C_{46}H_{25}NO_{14}$). Läßt sich aus der Mutterlauge des salzsauren Morphins durch Zusatz von Ammoniak oder durch Digestion des unlöslichen Opiumantheils in verdünnter Essigsäure und Fällung von Ammoniak erhalten. Das unreine Narcotin wird durch Auflösen in heißem Alkohol unter Mitwirkung von Thierkohle gereinigt. Aus der erkalteten Lösung setzt es sich in Krystallen ab, welche in Wasser unlöslich, aber in Alkohol, Aether und Säuren löslich sind. Das Narcotin liefert durch Behandlung von Braunstein und Schwefelsäure eine Reihe interessanter Zersetzungsproducte.

Als Opiumbasen sind ferner zu erwähnen: das Narceïn, Thebain, Papaverin, Opianin u. s. w.

d. Alkaloïde der Solaneen, Strychneen und anderer Pflanzenfamilien.

Hyoscyamin krystallisirt in reinem Zustande in strahligen Gruppen von Nadeln. Bildet mit Säuren krystallisirbare giftige Salze. Findet sich im Hyoscyamus niger und anderen Hyoscyamus-Arten.

Daturin. Wird aus dem Samen von der Datura stramonium erhalten, krystallisirt in schönen, glänzenden Prismen, ist flüchtig und sehr giftig. Bildet mit Säuren krystallisirbare, giftige Salze. Außerdem findet sich in derselben Pflanze eine andere krystallinische Basis, das Stramonin.

Atropin ($C_{34}H_{23}NO_6$?) ist das wirksame Princip der Atropa belladonna. Krystallisirt in weißen, seidenglänzenden Prismen, schmeckt sehr bitter, ist flüchtig und giftig. Bildet mit Säuren krystallisirbare, giftige Salze.

Solanin ($C_{84}H_{68}NO_{28}$?) kommt in vielen Solanum-Arten vor. Findet sich auch in den Keimen der Kartoffeln, aus denen man es durch Behandlung

mit verdünnter Schwefelsäure, Fällen der Lösung durch heißes Ammoniak und Auflösen der enthaltenen Niederschläge in Alkohol erhält. Ist ein krystallinisches und scharfes Pulver.

Veratrin ($C_{30}H_{24}NO_6$) findet sich in Veratrum sabadilla, V. album u. s. w. Ist ein krystallinisches, fast weißes Pulver, von sehr scharfen und giftigen Eigenschaften.

Strychnin ($C_{44}H_{23}N_2O_8$) findet sich in der Nux vomica, dem Samen der Strychnos nux vomica, in der Ignatiusbohne &c. Wird durch Abkochung mit verdünnter Schwefelsäure ausgezogen, indem man diesen Auszug mit Kalkmilch fällt und den Niederschlag nach gehörigem Auswaschen mit kochendem Alkohol behandelt, aus welchem beim Erkalten das Strychnin sich in regelmäßigen, durchsichtigen Krystallen absetzt. Neben dem Strychnin findet sich in derselben Pflanze das Brucin ($C_{44}H_{25}NO_7$), große, durchsichtige Krystalle, welche aus der vom ausgeschiedenen Strychnin zurückgebliebenen Mutterlauge erhalten werden können. Jedoch läßt sich zur Trennung der beiden Basen auch die Verwandlung in salpetersaure Salze und Krystallisation anwenden, da das salpetersaure Strychnin leicht krystallisirt, während das salpetersaure Brucin gelöst bleibt.

Caffein ($C_{16}H_{10}N_4O_4$) findet sich im Kaffee, Thee und einigen andern Pflanzen. Läßt sich aus dem Kaffee erhalten, wenn man 10 Th. desselben mit 2 Th. gelöschtem Aetzkalk vermischt und das Gemenge mit Weingeist auszieht. 100 Pfund Kaffee liefern etwas über $^1/_2$ $^0/_0$. Auch gewinnt man die Base, wenn man eine Abkochung von Thee mit einem schwachen Ueberschuß von essigsaurem Bleioxyd versetzt und die filtrirte Flüssigkeit bis zur Trockne verdunstet. Die trockene Masse wird mit Sand gemischt und in einem ähnlichen Apparat, wie er bei der Benzoësäure angegeben wurde, erhitzt, wodurch man das Caffein in Krystallen erhält. Diese erscheinen in schönen weißen Prismen von seidenartigem Glanz und bitterem Geschmack. Obgleich das Caffein eine schwache Base ist, so erzeugt es dennoch mit Salzsäure und Schwefelsäure Salze in sehr großen Krystallen.

Theobromin ($C_{14}N_4H_8O_4$). Diese Substanz, eine dem Caffein ähnliche schwache Base, findet sich in den Cacaobohnen (Theobroma cacao). (Die große Reihe der übrigen Pflanzenbasen hier anzuführen, vergönnt der Raum nicht.)

e. Alkaloïde des thierischen Organismus.

Harnstoff ($C_2H_4N_2O_2$) bildet den Hauptbestandtheil des Harns der Säugethiere und namentlich der Fleischfresser, und findet sich in verschiedenen anderen thierischen Flüssigkeiten. Krystallisirt aus der weingeistigen Lösung in weißen, halbdurchsichtigen, seidenglänzenden, gestreiften, vierseitigen Prismen von salpeterartigem Geschmack, in Wasser und Alkohol leicht löslich. Entwickelt bei gelindem Erhitzen Ammoniak. Der Harnstoff wird aus frisch gelassenem Harn

dargestellt, indem man denselben zur Syrupdicke abdampft, mit 1 Vol. gewöhnlicher Salpetersäure vermischt, die ausgeschiedenen gelbgefärbten Blättchen im Wasser löst, die Lösung durch Thierkohle entfärbt die filtrirte Lösung mit kohlensaurem Natron neutralisirt, in Wasser verdunstet und den Harnstoff mittelst Alkohol auszieht. Ferner erhält man den Harnstoff durch Umsetzung aus cyansaurem Ammoniak, eine Verbindung, welche man durch Zersetzen von cyansaurem Kali mit schwefelsaurem Ammoniumoxyd gewinnt. Ferner bildet sich der Harnstoff auch durch Umsetzung der Harnsäure, des Alloxans, Alloxantins u. s. w.

Der Harnstoff zersetzt sich bei 100° in Cyanursäure und Ammoniak. Er wird entweder als ein Urenoxyd-Ammoniak ($C_2HNO_2 + NH_3$) oder als eine Amidverbindung ($2NH_2 + C_2O_2$) betrachtet.

Kreatinin ($C_8H_7N_3O_2$), eine in dem Harn enthaltene Base. Findet sich ferner auch in dem Fleischsafte, wurde aber zuerst als ein Product der Einwirkung von Säuren auf Kreatin, eines andern im thierischen Organismus enthaltenen indifferenten Körpers entdeckt und aus diesem dargestellt, indem man Salzsäure in der Wärme darauf einwirken ließ. Das salzsaure Salz wird durch Bleioxydhydrat zersetzt. Die Base krystallisirt in dem schief-rhombischen System angehörigen Prismen. Ist in kaltem, noch leichter in warmem Wasser löslich.

Ferner sind das Guanin ($C_{10}H_5N_5O_2$) im Guano und das in einzelnen Harnsteinen selten vorkommende Xanthin ($C_5H_2N_2O_2$) zu erwähnen.

Künstliche organische Basen.

Glycocoll (Glucin, Leimzucker, $C_4NH_5O_4$). Ein Zersetzungsproduct des Leims und der Glycocolsäure. Krystallisirt in schief-rhombischen Prismen.

Sarkosin ($C_6NH_7O_4$). Ein Zersetzungsproduct des Kreatins durch starke Basen, z. B. Aetzbaryt. Krystallisirt in geraden rhombischen Säulen, in Wasser leicht löslich.

Leucin ($C_{12}NH_{13}O_4$) bildet sich durch Einwirkung von Kalilauge auf thierische Stoffe. Krystallisirt und vereinigt sich sowohl mit Säuren als auch mit Basen.

Alanin ($C_6NH_7O_4$) bildet sich durch Einwirkung von Blausäure und Salzsäure auf Aldehyd-Ammoniak. Krystallisirt in Prismen oder perlmutterglänzenden Krystallen.

Anilin (Phenylamin, Kyanol, ($C_{12}H_7N$) findet sich unter den Destillationsproducten des Indigos und der Steinkohlen. Eine farblose, wasserhelle Flüssigkeit.

Aethylamin (C_4H_7N). Eine leichte, sehr bewegliche Flüssigkeit, welche bei $+ 18°$ siedet. Entsteht durch Einwirkung von Kali auf cyansaures Aethyloxyd u. s. w.

Methylamin ($C_2 H_5 N$), ein condensirbares Gas, welches sich bei 0° zu einer beweglichen Flüssigkeit verdichtet. Entsteht durch Einwirkung von Kali auf cyansaures Methyloxyd, durch Einwirkung von Kali und Chlor auf Kaffein und verschiedenen andern Wegen.

Amylamin ($C_{10} H_{13} N$) ist flüssig, von brennendem bitterm Geschmack und stark ammoniakalischem Geruch. Entsteht auf ähnliche Weise wie das Methylamin aus cyansaurem Amyloxyd.

Leukolin (Chinolin, $C_{18} H_8 N$) findet sich in dem Oele des Steinkohlentheers. Ist flüssig, riecht unangenehm und siedet bei 235°.

Pikolon ($C_{12} H_7 N$). Eine flüchtige Base des Steinkohlentheers.

Thiossinnamin ($C_8 H_8 N_2 S_2$) erzeugt sich durch Einwirkung von Ammoniak auf Senföl.

Sinapolin ($C_{14} H_{12} N_2 O_2$). Wird durch Behandlung des Senföls mit Baryt oder Bleioxyd gewonnen.

Amarin ($C_{42} H_8 N_2$).

Lophin ($C_{46} H_{16} N_2$). Erstere Base erzeugt sich aus dem Hydrobenzamid durch Kochen mit Kali, letztere durch Destillation des erwähnten Körpers.

Pikrin ($C_{42} H_{15} NO_4$), farblose, in Wasser unlösliche Oktaëder. Wird erhalten, wenn die durch Behandlung des Bittermandelöls mit Schwefelammonium erzeugte Masse der Destillation unterworfen wird.

So könnte noch eine große Anzahl künstlicher Basen angeführt werden, wenn der Raum es gestattete.

XI. Familie der indifferenten krystallisirbaren Körper.

(Theils stickstoffhaltig, theils stickstofffrei.)

Amygdalin ($C_{40} H_{22} NO_{22}$), ein Stoff der Bittermandeln, des Kirschlorbeerbaumes, in Verbindung mit Synaptase in den Pfirsich- und Kirschkernen. Krystallisirt in glänzenden Blättchen oder kurzen Nadeln von bittermandelartigem Geschmack, nicht flüchtig, geruchlos, schmilzt bei 200°; löst sich leicht in Wasser und siedendem Alkohol. Man stellt das Amygdalin aus den vom fetten Oele durch Auspressen befreiten bitteren Mandeln durch Ausziehen mit siedendem Alkohol dar, wie bereits beim Bittermandelöl erwähnt worden ist.

Asparagin oder Asparamid ($C_8 H_7 N_2 O_5, HO$) findet sich in der Althaea, in den Kernen von Asparagus officinalis, Spargel ꝛc. Krystallisirt in farblosen, rhombischen Prismen.

Allantoin ($C_4 H_3 N_2 O_3$) findet sich in dem Fötusharn der Kühe und im Harn jüngerer Kälber. Prismatische Krystalle, ohne Geruch und Geschmack. In kaltem Wasser schwer, in siedendem leicht löslich.

Kreatin ($C_8 H_9 N_3 O_4, 2 HO$) findet sich in dem Harn und der Fleischflüssigkeit aller höhern Thierklassen. Krystallisirt in kleinen, farblosen, schief-

rhombischen Krystallen, löst sich in 74 Th. Wasser, schmeckt bitter und kratzend. Kann, wie erwähnt, in Kreatinin verwandelt werden.

Salicin ($C_{26} H_{18} O_{14}$). Ein Bestandtheil einiger Weiden- und Pappelarten. Krystallisirt in kleinen Blättchen.

Phloridzin ($C_{41} H_{24} O_{20} + 4 HO$), weiße, seidenglänzende Tafeln in der Wurzelrinde der Pyrusarten enthalten.

Santonin ($C_{30} H_{18} O_6$), ist der wirksame Bestandtheil des Wurmsamens. Krystallisirt in perlmutterglänzenden Prismen. Unter der großen Anzahl der indifferenten Stoffe finden sich z. B. nachfolgende bemerkungswerthe: das Populin ($C_{40} H_{22} O_{16}$, 4HO), Orcin ($C_{14} H_8 O_4$), Athamantin ($C_{24} H_{15} O_7$), Peucedanin ($C_{24} H_{12} O_2$), Columbin ($C_{12} H_{22} O_{14}$) in der Wurzel von Cocculus palmatus, Quassein ($C_{20} H_{12} O_6$) im Quassiaholze u. s. w.

XII. Familie der Chromogene und vegetabilischen Farbstoffe.

Die Reihe der Stoffe, welche hierher gehören, sind entweder directe Erzeugnisse des Pflanzenreichs oder Veränderungsproducte vegetabilischer Substanzen, die einen mehr oder weniger färbenden Charakter in sich tragen. — Chromogene nennt man im Gegensatze zu eigentlichen natürlichen Farbstoffen solche Substanzen, aus denen durch Einfluß des Sauerstoffs und Ammoniaks, der Luft und durch den Lebensproceß der Pflanze, Farbstoffe erzeugt werden, wie dieses namentlich auch nach des Verfassers neueren Untersuchungen durch Abgabe von Wasserstoff und Sauerstoff in dem Verhältniß, wie sie Wasser bilden, geschieht. Die Chromogene sind demnach ursprünglich farblose Stoffe oder Farbeerzeuger, oder wenn man will, Urmaterien der Farbstoffe. Jedenfalls ist anzunehmen, daß bei der Bildung der Farbstoffe aus den farblosen Urmaterien der ganze Lebensproceß der Pflanze eine große Rolle spielt. Bedenken wir nur, daß die Pflanzensäurehydrate und die Kohlenhydrate (Stärkemehl, Gummi, Zucker) sich dann im reichlichsten Maße in der Pflanze vorfinden, wenn diese am vollkommensten entwickelt ist, wo auch die Farbstoffe oder Pigmente am schönsten hervortreten, so liegt es nahe, daß eine Entziehung von Wasser aus den Urmaterien (gleichsam Farbstoffhydrate) durch die Bildung der obengenannten Hydrate veranlaßt, eine wesentliche Veranlassung zum Hervortreten der eigentlichen Farbstoffe ist. Nehmen wir die jährlich wiederkehrende Erscheinung der verschiedenartigen Schattirungen der Laubhölzer im Herbste zur Hülfe, so muß noch einleuchtender erscheinen, daß durch eine Verdunstung oder Entziehung von Wasser, die wesentlichste Bedingung für die Bildung von Farbstoffen geliefert wird. Gleichwohl ist nicht zu verkennen, daß die Atmosphärilien, das Licht, die Bodencultur u. s. w. auf die Nüancirung einen wesentlichen Einfluß ausüben.

Was die allgemeinen physikalischen Eigenschaften der Farbstoffe anbetrifft, so sind sie meistens fest, geruch- und geschmacklos, lassen sich in der Wärme zum Theil verflüchtigen, bleichen unter dem Einfluß des Sonnenlichts und sind

nur zum geringern Theil krystallisirbar. — Hinsichtlich des Einflusses chemischer Agentien mag bemerkt werden, daß z. B. Chlor ihre Farbe zerstört, schweflige Säure aber nur reducirend wirkt. Durch Alkalien werden sie meistens dunkler gefärbt; ihre Löslichkeit ist sehr verschieden. Die wichtigsten der Farbstoffe sollen hier Erwähnung finden.

Indigo oder Indig. Sehr verbreitet, in größter Menge in den Blättern verschiedener Arten der Anilpflanze; außerdem im Waid (Isatis tinctoria), im Nerium tinctorium ꝛc. Bildet Massen von tiefblauer Farbe und matt erdigem Bruch, die beim Reiben mit einem harten Körper einen glänzend purpurrothen Strich geben. Der Indigo enthält außer den mineralischen Bestandtheilen eine leimartige Substanz (Indigobraun), einen rothen Farbstoff und den eigentlichen Farbstoff, das Indigblau. Dieses ist als solches jedoch nicht in der Pflanze enthalten, sondern bildet sich erst, wenn der frisch ausgepreßte Saft dem Einfluß der Atmosphäre ausgesetzt wird. — Der Indig wird aus den Indigpflanzen gewonnen, indem man dieselben in Wasser eingetaucht, gähren läßt. Während des Gährens löst sich gelber Farbstoff auf; die gelbe Flüssigkeit wird durch Schlagen mit Ruthen und Umschaufeln in möglichst vielfache Berührung mit atmosphärischer Luft gebracht; durch Sauerstoffaufnahme färbt sich der Indig blau, wird sogleich unlöslich und setzt sich in blauen Flocken ab. — Das Indigblau ($C_{16} H_5 NO_2$) wird aus dem Indig durch Sublimation ꝛc. als fein blaues krystallinisches Pulver erhalten; mit Chromsäure behandelt liefert es Isatin ($C_{16} H_5 NO_4$), welches auch durch Behandlung des Indigblaus mit gewöhnlicher Salpetersäure gewonnen wird. Bei längerer Einwirkung entsteht erst Indigsäure, dann Pikrinsäure. Wird Indigblau bei Gegenwart eines freien Alkalis mit reducirenden Substanzen zusammengebracht, so erzeugt sich Indigweiß oder reducirter Indigo ($C_{16} H_6 NO_2$). Das Indigblau löst sich in concentrirter Schwefelsäure mit blauer Farbe auf und bildet eine gepaarte Säure, die Indigschwefelsäure ($C_{16} H_4 NO + 2 SO_3 + 2 HO$), deren Kalisalz unter dem Namen „blauer Carmin“ bekannt ist.

Krapp oder Färberröthe ist die getrocknete Wurzel der Rubia tinctorum. Enthält in frischem Zustande einen gelben Farbstoff, die Ruberythrinsäure, welche unter dem Einfluß einer eigenthümlichen in dem Krapp enthaltenen, stickstoffhaltigen Substanz, in Zucker und Alizarin übergeführt wird. Das Alizarin ($C_{20} H_6 O_6$) bildet glänzende, orangerothe Krystalle. Außerdem findet sich in dem Krapp noch ein rother Körper, das Purpurin oder Rubiacin ($C_{18} H_6 O_6 + HO$), daß an sich ohne Färbevermögen ist, aber in Verbindung mit Alizarin den Färbeproceß unterstützt.

Hämatoxylin ($C_{14} H_{17} O_{15}$). Dieser Farbstoff des Blauholzes krystallisirt in gelben, durchsichtigen, glänzenden Nadeln. Wird durch Ammoniakdämpfe purpurroth. Eine ammoniakalische Lösung desselben giebt mit Essigsäure einen rostfarbigen Niederschlag von Hämateïn ($C_{40} H_{14} O_{16}$).

Chlorophyll. Der grüne Farbstoff der Blätter (Blattgrün). Wird durch Ausziehen der Blätter mit Aether und Vermischen des Auszugs mit Alkohol erhalten.

Curcumin ist ein in der Wurzel von Curcuma longa und rotunda enthaltener röthlich-brauner Farbstoff, den man durch Ausziehen der Wurzel mit siedendem Alkohol erhält.

Anchusaroth (C_{35} H_{28} O_8), der rothe Farbstoff der Anchusa tinctoria oder falschen Alcanna, Brasilin aus dem Fernambukholz, Santalin (C_{16} H_8 O_3) aus dem rothen Sandelholz, Luteolin oder Waugelb aus dem Wau, Morindin (C_{28} H_{15} O_{15}) aus der Morinda citrifolia, Morin (C_{18} H_8 O_{10}), aus dem Gelbholz, Morus tinctoria, Draconin, aus dem Drachenblut, sind weniger wichtige Farbstoffe.

Anhang.

Stickstofffreie, thierische Farbstoffe.

Die allgemein vorkommenden thierischen Farbstoffe, die wohl alle als Umwandlungen des Blutroths gedacht werden können, sind früher erwähnt worden und zwar mußten diese sowohl aus physiologischen, als auch aus chemischen Gründen von den pflanzlichen Farbstoffen getrennt werden. Die übrigen thierischen Pigmente sind jedoch wenig bekannt. Die Kenntniß beschränkt sich nur hauptsächlich auf eine Species, nämlich auf die Cochenille und einige andere ähnliche Pigmente. Die Cochenille (Coccus cacti) ist eine Art Schildlaus, die auf den Opuntiapflanzen lebt. Sie enthält als Farbstoff den Carmin oder die Carminsäure, welche auch in der deutschen und polnischen Cochenille (C. ilicis polonicus) vorkommt und aus diesen Insekten durch Alkohol ausgezogen wird. Der Alkoholauszug wird mit Bleioxyd gefällt, der Bleiniederschlag mit Schwefelwasserstoff zersetzt und die vom Schwefelblei abfiltrirte Flüssigkeit zur Trockne verdunstet. Die reine Carminsäure erscheint als eine purpurfarbene Masse, die sich in Wasser und Alkohol löst.

Die Weibchen der Coccus ilicis polonicus rc. werden auf gewissen Eichen z. B. Quercus coccifera gefunden. — Der Lacklack kommt hauptsächlich von Coccus lacca, einer Schildlaus, die sich auf mehren Pflanzen der Familie der Euphorbiaceae findet.

Flechtenfarbstoffe.

Mit dem Namen Orseille (Archill, Cudbear), bezeichnet man gewisse Färbematerialien des Handels, die aus verschiedenen pflanzlichen Flechtenarten, besonders von Lichen parella, L. tartaricus, Variolaria dealbata, Gyrophora pustulata rc., durch Einwirkung von Ammoniak, Feuchtigkeit und Luft bereitet und gewöhnlich unter der Form eines violetten oder rothen Teigs, zuweilen auch eines Pulvers von ähnlicher Farbe verkauft werden.

Die Flechten enthalten eine Reihe merkwürdiger Chromogene, welche darin mit einander übereinstimmen, daß sie aus 3 Elementen bestehen, stickstofffrei sind und die Neigung besitzen, bei Gegenwart von Ammoniak und feuchter Luft stickstoffhaltige rothe Pigmente zu bilden.

Orseille ist eine aus mehren Flechten (Roccella tinctoria, Usnea, Ramalina ꝛc.) erhaltener rother Farbstoff, welcher durch Gährung mit faulem Harn aus diesen Pflänzchen erzeugt wird. Die Orseille ist ein röthlicher Teig, von eigenthümlichem, veilchenähnlichem Geruch und alkalischem Geschmack. Ammoniak zieht daraus das Pigment Orcin mit carmoisinrother Farbe aus.

Alpha-Orsellsäure ($C_{32} H_{13} O_{13}$, HO) wurde in einer südamerikanischen Flechte der Roccella tinctoria aufgefunden. Bildet weiße Nadeln und wird durch Chlorkalk und Ammoniak blutroth gefärbt. Liefert als Zersetzungsproducte Lecanorsäure ($C_{16} H_8 O_8$), aus welcher durch Austreten von 2 Aeq. Kohlensäure Orcin ($C_{14} H_8 O_4$) entsteht. Beta-Orsellsäure ($C_{34} H_{15} O_{13}$, HO) gestaltet sich in Lecanorsäure und Roccellinin ($C_{18} H_9 O_7$) um.

Lackmus wird auf dieselbe Weise, wie die Orseille und zwar aus denselben Flechten erhalten, nur mit dem Unterschiede, daß hier die Gährung weiter vorgeschritten und der rothe Farbstoff durch Zusatz von Kalk in einen blauen Azolitmin ($C_{18} H_{10} NO_{10}$) umgewandelt worden ist. Die Lösung dieses blauen Pigments in Wasser ist die bekannte Lackmustinctur.

Physodin ($C_{20} H_{11} O_{15}$), ein weißes, lockeres Pulver, welches unter dem Mikroskop als ein Aggregat farbloser, sechsseitiger Prismen erscheint. Wird aus der Parmelia physodes durch Ausziehen mit Aether erhalten (der Verfasser). Einer Temperatur von 125° oder der Einwirkung concentrirter Schwefelsäure ausgesetzt, liefert dieses Chromogen unter Verlust von 2 Aeq. Wasser einen schön rothen cochenilleähnlichen vom Verfasser als Physodein bezeichneten Körper.

Usninsäure ($C_{38} H_{81} O_{15}$) findet sich vorzugsweise in reichlicher Menge der Gattung Usnea, krystallisirt in strohgelben Blättchen, liefert bei trockener Destillation Beta-Orcin ($C_{34} H_{18} O_6$) farblose Prismen. Wird durch Ammoniak und feuchte Luft schnell geröthet, und verwandelt sich in das gewöhnliche Orcin. Durch Aetzkali wird daraus ein schön rothes Pigment erzeugt. Auch die Usninsäure liefert mit heißem Alkali behandelt, und einer Atmosphäre von Ammoniak ausgesetzt, rothe Färbung. — In der Ramalina fraxinea ist ebenfalls ein in gelben Nadeln krystallisirender Körper enthalten, welcher durch Einwirkung der Luft roth gefärbt wird.

Gyrophorsäure ($C_{36} H_{17} O_{13}$, HO) findet sich in Gyrophora pustulata und Lecanora tartarea. Farblose, geruch- und geschmacklose Krystalle, die unlöslich in Wasser, löslich in Weingeist und Aether sind und beim Kochen mit Alkalien in Orcin und Kohlensäure zerfallen.

Erythrinsäure ($C_{40} H_{20} O_{18}$, 2 HO) findet sich in der Roccella montagrei. Weiße, sternförmig gruppirte Nadeln und durch Kochen mit Kalk oder

Baryt Erytropikrin ($C_{24}\ H_{16}\ O_{14}$) entsteht. Durch Kochen mit überschüssigem Baryt erhält man Erythromannit ($C_{22}\ H_{28}\ O_{22}$).

Evernsäure ($C_{34}\ H_{15}\ O_{13}$, HO) findet sich in Evernia prunastri. Farblose Krystalle, die beim Kochen in Lecanorsäure und Everninsäure ($C_{18}\ H_{10}\ O_2$) zerfallen.

Die höchst interessanten Flechtenstoffe, namentlich die Umwandlung der farblosen Urmaterien in eigentliche Farbstoffe bedürfen noch einer weitern und gründlichern Untersuchung, wenn auch immerhin noch mehrere Zersetzungsproducte und aus den Flechten erhaltene Stoffe bekannt sind, als hier angeführt worden sind.

XIII. Familie der Kohlen-Stickstoff-Radikale.

Die stickstoffhaltigen Radikale, deren Zahl unbedeutend ist, stehen den unorganischen Stoffen in ihrem Verhalten so nahe, daß man sie zum Theil zu den unorganischen Stoffen rechnet. Man kennt folgende: Cyan (C_2 N), Schwefelcyan ($C_2\ NS_2$), Ferrocyan ($C_6\ N_3$ Fe), Ferridcyan ($C_{12}\ N_6\ Fe_2$), so wie ähnlich gepaarte Radikale und Mellon ($C_6\ N_4$).

Cyan (C_2 N; Cy) scheint in der Natur nicht fertig gebildet vorzukommen, sondern entsteht hauptsächlich, wenn stickstoffhaltige organische Substanzen in Berührung mit Basen einer erhöhten Temperatur ausgesetzt werden, bildet sich aber auch durch Einwirkung von Ammoniakgas auf glühende Kohlen unter Mitwirkung von kohlensaurem Kali; ferner, wenn man ein Gemenge von Ammoniakgas und Kohlenoxydgas über erhitzten Platinschwamm leitet; endlich auch durch directe Vereinigung von Kohlenstoff und Stickstoff, bei Gegenwart einer starken Base. Durch Einwirkung von verdünnter Salpetersäure auf viele ätherische Oele, auf Amygdalin u. s. w.

Das Cyan, eines der wenigen abgeschiedenen organischen Radikale, bildet ein farbloses Gas von ganz eigenthümlichem durchdringenden Geruch und 1,80 spec. Gew. zu etwa $^1/_5$ zusammengedrückt oder bis zu — 28^0 abgekühlt, bildet es eine farblose Flüssigkeit, die bei — 40^0 erstarrt. Wasser löst $4^1/_2$ Volumina Cyangas auf und nimmt dadurch seinen stechenden Geruch und Geschmack an. Ueber glühendes Eisen geleitet, wird es in Stickgas und Kohle zersetzt. Das Cyangas ist entzündlich und verbrennt mit purpurrother Flamme. Es vereinigt sich direct mit erwärmtem Schwefel und giebt Verbindungen (Cyanüre und Cyanide), welche den Oxyden und Chlorüren analog zusammengesetzt sind. Um das Cyangas darzustellen, erhitzt man getrocknetes Cyanquecksilber in einem ähnlichen Apparate, wie er beim Sauerstoff angegeben wurde. Das sich entwickelnde Cyan wird unter Quecksilber aufgefangen. Wohlfeiler ist indessen die Darstellung durch gelindes Erhitzen von Quecksilberchlorid und Blutlaugensalz.

Paracyan ($C_6 N_3$), ein braunschwarzes, nicht flüchtiges, schwer zu verbrennendes Pulver. Wird erhalten, wenn man Cyan in wässerigem Ammoniak, Wasser oder Alkohol löst; es scheidet sich daraus eine braune Substanz, die Azulmsäure ($C_3 H_2 N_2 O_2$) ab, welche nach dem Glühen den besagten Körper liefert; aber mit Salpetersäure behandelt ein gelbes Pulver, die Paracyansäure. Mit dem Sauerstoff vereinigt sich das Cyan direct nicht, aber indirect lassen sich folgende Verbindungen darstellen.

Cyansäure (CyO, HO) erscheint als Hydrat, als farblose Flüssigkeit von höchst stechendem Geruch, die auf die Haut eben so heftig als die Flußsäure einwirkt. Ueber 0^0 kann sie nicht bestehen, sondern wird zersetzt. Sie bildet mit Basen cyansaure Salze, aus denen die Säure durch stärkere Säuren nicht abgeschieden werden kann, so z. B. erzeugt sie neben Cyankalium cyansaures Kali, wenn Cyangas in Aetzkalilauge geleitet oder Kali in Cyangas geglüht wird. Man erhält die Cyansäure durch Destillation der Cyanursäure. Cyansaures Kali wird zur Darstellung des cyansauren Ammoniaks benutzt, welches wieder zur Darstellung des künstlichen Harnstoffs dient.

Knallsäure (2 Cy O, 2 HO) ist nur in Verbindung mit Basen bekannt. Die knallsauren Salze, unter denen das Quecksilber- und Silbersalz die wichtigsten sind, werden dargestellt, indem man 1 Th. Silber oder 1,6 Th. Quecksilber in 20 Th. Salpetersäure von 1,36 spec. Gew. löst und die Auflösung mit 27 Th. Alkohol vermischt. Es tritt eine heftige Einwirkung ein, nach deren Beendigung sich die knallsauren Salze krystallinisch ausscheiden. Diese sind, da sie leicht explodiren, mit der größten Vorsicht zu behandeln.

Cyanursäure ($C_6 N_3 O_3 + 3 HO$) krystallisirt aus ihrer wässerigen Lösung mit 4 Aeq. Wasser. Wird erhalten durch vorsichtiges Erhitzen von Harnstoff, so lange noch Ammoniak entweicht. Ferner gewinnt man sie auch bei der trockenen Destillation der Harnsäure. Sie bildet mit Basen krystallisirbare Salze.

Cyanilsäure. Wird durch Sieden von Mellon mit concentrirter Salpetersäure erhalten und scheidet sich bei Verdunstung der Lösung krystallinisch ab. Sie ist mit der Cyansäure isomer.

Cyamelid oder unlösliche Cyanursäure ($C_2 N HO_2$), eine weiße, amorphe, in Wasser, Alkohol und Aether unlösliche Masse. Bildet sich, wenn man Cyansäure aus der Kältemischung herausnimmt. Mit dem Chlor vereinigt sich das Cyan zu drei polymeren Verbindungen, 1) zu gasförmigem Chlorcyan ($C_2 N Cl$), wenn man Chlorgas in wasserhaltiges Chlorwasserstoffgas leitet, 2) zu flüssigem Chlorcyan ($Cy_2 Cl_2$), wenn man Chlorcyanwasserstoffsäure mit Quecksilber destillirt und 3) zu festem Chlorcyan ($Cy_3 Cl_3$), einem weißen Körper, welcher bei 140^0 schmilzt und erhalten wird, wenn man Cyan mit trockenem Chlorgas zusammenbringt.

Das Cyan verbindet sich mit Wasserstoff nur in einem Verhältniß zu Cyanwasserstoffsäure oder Blausäure (Cy H oder C_2 NH), eine wasserhelle Flüssigkeit von eigenthümlichem betäubendem bittermandelähnlichem Geruch und Geschmack, deren spec. Gew. bei + 18° 0,6967 entspricht. Siedet schon bei + 26,5°, bei — 15° erstarrt sie krystallinisch, ist mit Wasser zu allen Verhältnissen mischbar und vor Allem ein tödtliches Gift. Man erhält die wasserfreie Blausäure durch Destillation von Cyanquecksilber mit Chlorwasserstoffsäure, oder durch Zersetzung von trockenem Cyanquecksilber mit Schwefelwasserstoffgas. Die wasserhaltige Blausäure der Officinen ist eine Auflösung der wasserfreien Säure in Wasser. Man stellt sie dar, indem man 10 Th. gelbes Blutlaugensalz mit einem Gemisch von 10 Proc. Schwefelsäure und 74 Th. Wasser in einer Retorte mit aufrecht stehendem Halse unter gehöriger Vorsicht destillirt. — Die Menge der in einer Flüssigkeit enthaltenen Blausäure bestimmt man durch Fällen mit salpetersaurem Silberoxyd, Trocknen und Wägen des Cyansilbers. — 5 Th. Cyansilber entsprechen 1 Th. Blausäure. — Als Gegenmittel gegen Blausäurevergiftung wird verdünntes Ammoniak innerlich und äußerlich empfohlen.

Cyanmetalle. Kalium und Natrium vereinigen sich mit Cyan direct zu Cyanmetallen. Die übrigen dieser Verbindungen entstehen durch doppelte Wahlverwandtschaft oder durch Zusammenbringen von Metalloxyden mit Cyanwasserstoffsäure. — Man unterscheidet Cyanüre und Cyanide, welche die Eigenschaften besitzen sich zu Doppelcyanüren zu verbinden.

Cyankalium (K Cy) krystallisirt in weißen Würfeln, ist von alkalischem bittermandelartigem Geschmack und kann bei Abschluß der Luft ohne Veränderung geschmolzen werden. Es ist eins der stärksten Reductionsmittel, löst unlösliche Cyanmetalle und bildet mit denselben Doppelcyanüre. Man erhält das Cyankalium aus dem gelben Blutlaugensalz, indem man dieses trocknet und dann in einem Porzellantiegel schmilzt so lange Stickstoff entweicht und das geschmolzene Cyankalium vom unlöslichen Kohlenstoffeisen abfließt.

Cyanquecksilber (Hg Cy) krystallisirt in rechtwinkligen, vierseitigen, wasserfreien Prismen, die sich leicht in Wasser lösen und in der Hitze in Cyan und Quecksilber zerfallen. Man erhält das Cyanquecksilber durch Kochen des Berlinerblaus mit Quecksilberoxyd und Filtriren der Lösung. Aus der Flüssigkeit scheiden sich beim Erstarren Krystalle von Cyanquecksilber ab.

Cyansilber (Ag Cy) entsteht, wenn zu einer Lösung von salpetersaurem Silberoxyd Blausäure oder Cyankalium gesetzt wird, als weißer, käsiger Niederschlag.

Eisencyanür (Fe Cy) und Eisencyanid (Fe_2 Cy_3) sind nur in ihren Verbindungen als Doppelcyanüre bekannt. Die wichtigsten Verbindungen des Eisencyanürs sind die mit Cyankalium und Eisencyanid.

Gelbes Blutlaugensalz (Kaliumeisencyanür, Ferrocyankalium,

$2 KCy + FeCy + 3 HO$) krystallisirt in wachsartigen gelben quadratischen Tafeln, löst sich in 4 Th. kalten und in 2 Th. siedenden Wassers, ist aber in Alkohol unlöslich. Es schmilzt bei gelinder Wärme und verliert sein Krystallwasser. Wird in der Hitze in Kohlenstoffeisen, Cyankalium und Stickstoff zersetzt.

Man stellt das Blutlaugensalz dar, indem man Potasche in einem eisernen Kessel schmilzt, und in die geschmolzene Masse nach und nach Thierkohle, die durch trockene Destillation von Leder, Klauen, Horn, Blut u. s. w. gewonnen wird und stickstoffhaltig ist, schüttet. Der Stickstoff verbindet sich mit der Kohle bei Gegenwart von Kalium zu Cyan, das sich wiederum mit dem Kalium und Eisen verbindet. Die geschmolzene Masse, die noch kein Kaliumeisencyanür, sondern nur Cyankalium enthält, wird mit Wasser ausgelaugt, wodurch sich aus der Einwirkung von Cyankalium auf Eisen Kaliumeisencyanür erzeugt, welches durch Abdampfen der Flüssigkeit krystallisirt erhalten wird. In neuerer Zeit benutzt man jedoch auch den Stickstoff der atmosphärischen Luft zur Darstellung von gelbem Blutlaugensalz, indem man Luft über ein in der Weißglühhitze befindliches Gemenge von Potasche und Kohle leitet und die Masse, wie oben erwähnt, behandelt.

Berlinerblau. Gießt man eine Lösung von gelbem Blutlaugensalz in eine Lösung von Eisenchlorid oder in die eines Eisenoxydsalzes, so entsteht ein dunkelblauer Niederschlag von Eisencyanürcyanid ($3 FeCy + 2 Fe_2 Cy_3$). Dieser Niederschlag enthält gelbes Blutlaugensalz chemisch gebunden und wird neutrales Berlinerblau genannt. Wird zu einer Eisenoxydullösung gelbes Blutlaugensalz gesetzt, so entsteht ein weißer Niederschlag, der an der Luft allmälig blau wird und aus Eisencyanürcyanid nebst Eisenoxyd (basisches Berlinerblau) besteht. Nach vollständigem Auswaschen ist diese Verbindung mit reinem Wasser in blauer Farbe löslich und kann aus dieser Lösung durch Salzsäure und verschiedene Salze, aber nicht durch Alkohol, abgeschieden werden. — Fabrikmäßig wird das Berlinerblau durch Mischung einer Lösung von 4 Th. Blutlaugensalz und einer andern von 13 Th. schwefelsaurem Eisenoxydul erhalten, indem man deren dadurch erzeugten schmutzigblauen Niederschlag mit 2 Th. Salpetersäure, $1^1/_3$ Th. Schwefelsäure und Wasser kocht, wodurch er schön blau und von Eisenoxyd befreit wird. In reinem Zustande ist das Berlinerblau von kupferartigem Glanz, wird von verdünnten Säuren nicht verändert und von concentrirter Schwefelsäure weiß gefärbt. Die Verbindung des Eisencyanürs mit Cyanwasserstoff oder die Ferrocyanwasserstoffsäure ($FeCy + 2 CyH$) entsteht durch Zersetzen des Bleieisencyanürs (erhalten durch Mischen von Blutlaugensalz und essigsaurem Bleioxyd) vermittelst Schwefelwasserstoff und Abfiltriren des Schwefelbleis. Diese Säure bildet eine sauer schmeckende geruchlose Flüssigkeit, die beim Verdunsten würfelförmige Krystalle absetzt. Sie bildet mit Basen eisenblausaure Salze (Ferrocyanüre). In den Eisencyanürverbindungen wird ein

Radikal, Ferrocyan, welches aus 1 Aeq. Eisen und 3 Aeq. Cyan besteht, angenommen; in den folgenden Eisencyanidverbindungen hingegen ist das Radikal Ferridcyan, welches ein doppelt so großes Aequivalent ($Cy_6\,Fe_2$) enthält.

Rothes Blutlaugensalz, Kaliumcyanid oder Ferridcyankalium ($Fe_2\,Cy_3 + 3\,K\,Cy$) krystallisirt in schönen rothen Säulen ohne Wasser, löst sich in 3,8 Th. Wasser. Wird erhalten, indem man in eine Lösung von gelbem Blutlaugensalz, Chlorgas leitet bis Eisenoxyd nicht mehr gefällt wird, und die Lösung zum Krystallisiren abdampft. Die Verbindung des Eisencyanids ($Fe_2\,Cy_3$) mit Cyanwasserstoff oder Ferridcyanwasserstoffsäure ($Fe_2\,Cy_3 + 3\,Cy\,H$) wird auf ähnliche Weise, wie die Ferridcyanwasserstoffsäure aus Bleieisencyanid durch Schwefelsäure erhalten. Bräunlich nadelförmige Krystalle, welche mit Basen Ferridcyanmetall bilden.

Nitroprusside sind Verbindungen, welche durch Einwirkung von Salpetersäure auf Kaliumeisencyanür oder Cyanid entstehen. Es bildet sich unter andern Zersetzungsproducten eine Nitroprossidsäure, deren lösliche Salze schöne rubinrothe Krystalle bilden; so z. B. das Nitropossidkalium und Nitropossidnatrium.

Schwefelcyan (Rhodan, $C_2\,NS_2$) ist ein hypothetisches Radikal, welches mit Wasserstoff verbunden als Rhodanwasserstoffsäure oder Schwefelblausäure, im Speichel der Menschen und Schafe und in gewissen Pflanzentheilen der Cruciferen vorkommt. Diese Säure ($C_2\,NS_2\,H$) wird aus dem Schwefelcyankalium ($C_2\,NS_2\,K$) durch Zersetzen mittelst Phosphorsäure und Destillation gewonnen. — Das Schwefelcyankalium erhält man, indem man 46 Th. getrocknetes gelbes Blutlaugensalz, 17 Th. geglühtes kohlensaures Kali und 32 Th. Schwefelblumen mengt, das Ganze schmilzt und die geschmolzene Masse mit Alkohol auszieht. Aus der weingeistigen Lösung krystallisirt das Salz in wasserhellen Prismen heraus.

Mellon ($C_6\,N_4$). Das Radikal verschiedener weniger wichtiger Körper. Wird erhalten, wenn Schwefelcyankalium mit Chlor oder Salpetersäure behandelt wird und der sich dabei abscheidende Körper in einer Retorte erhitzt wird. — Das Mellon verändert sich mit Wasserstoff zu Mellonwasserstoffsäure und mit Metallen zu Mellonüren. Als Verbindungen des Mellons mit Ammoniak sind das Melam ($C_{12}\,H_{11}\,N_9$), das Melamin ($C_6\,N_6\,H_6$), das Ammelin ($C_6\,H_5\,N_5\,O_2$) und das Ammelid ($C_{12}\,H_9\,S_9\,N_6$) zu erwähnen.

XIV. Producte der trockenen Destillation.

A. Destillationsproducte des Holzes.

Wird Holz der trockenen Destillation unterworfen, so entsteht, je nach der Holzart und der Gegenwart und Abwesenheit harzartiger oder ölartiger Stoffe eine Anzahl Producte von größter Mannigfaltigkeit, die in allen Fällen, theils

als gasförmige, theils als flüssige und theils als feste Körper auftreten, während ein Rückstand von Kohle übrig bleibt. Die sich erzeugenden Gase sind Kohlensäure, Kohlenoxydgas, ölbildendes Gas und Sumpfgas. — Die flüssigen Körper sind theils in Wasser lösliche, theils darin unlösliche, von denen die letzteren den Theer bilden und eine halbflüssige Consistenz besitzen.

Die in Wasser löslichen Substanzen sind außer dem Wasser selbst, Essigsäure, Aceton, Methylalkohol, essigsaures Methyloxyd, Lignon, Xylit und Mesit. Die ölartigen in Wasser unlöslichen Stoffe sind sehr zahlreich und umfassen Kreosot, Picamar, Eupion, Kapnomor u. s. w. Aber neben diesen kommen noch die Verbindungen vor, welche bei gewöhnlicher Temperatur fest erscheinen, wie z. B. Paraffin, Naphthalin, Cedrit, Pittakal u. s. w.

Flüchtige, in Wasser lösliche Producte: 1) Essigsäure, 2) Methylalkohol, welche beide früher besprochen worden sind. 3) Lignon, eine flüchtige, dem Alkohol ähnliche Flüssigkeit. 4) Xylit, eine andere ähnliche flüchtige Flüssigkeit $= C_{12} H_{12} O_5$. 5) Mesit, eine ander flüchtige ätherische Flüssigkeit $= C_6 H_6 O_2$.

In Wasser unlösliche, oder schwach lösliche, flüchtige ölartige Producte: 1) Kreosot, in reinem Zustande eine farblose durchsichtige Flüssigkeit, mit starkem Lichtbrechungsvermögen begabt, von eigenthümlichem Geruch nach Rauch und brennendem Geschmack. Spec. Gew. 1,037 oder 1,060. Wird beim Aufbewahren nach und nach braun. Zus. $= C_{26} H_{16} O_4$. Siedepunkt $= 200^0$. Es löst Phosphor, Jod und Schwefel. Löst sich nur wenig in Wasser, aber leicht in Alkohol, Aether und ätherischen Oelen. Es ist das wirksame Princip des Rauches und des Holzessigs, so daß geräuchertes Fleisch als solches zu betrachten ist, welches den Kreosotdampf aus dem Rauche aufgenommen hat.

Anmerk. Läßt man Fleisch 24 Stunden in eine Mischung von 1 Th. reinem Kreosot und 100 Th. Wasser oder Salzwasser eintauchen, so erhält es den feinsten Rauchgeschmack.

Für die Destillation des Kreosots sind viele Vorschriften gegeben worden, eine der bessern besteht darin, daß man Buchenholztheer bis zur Trockene abdestillirt; das aus mehren Schichten bestehende Destillat fractionirt, destillirt und denjenigen Theil, welcher schwerer ist als Wasser auffängt, in Kalilauge löst, aus der Lösung mit Schwefelsäure niederschlägt; das erhaltene Kreosot mit Wasser mischt und von Neuem mit Kalihydrat destillirt.

Picamar. Ein farbloses Oel von 1,10 spec. Gew., schwachem Geruch, bitterem brennendem Geschmack, dessen Siedepunkt etwa mit 265^0 zusammenfällt. Vereinigt sich mit Alkalien zu krystallisirbaren Salzen. Es ist in dem schweren Theeröl enthalten und neben demselben das Kapnomor und Eupion. Ersteres entspricht einem spec. Gew. von 0,9775, der Siedepunkt $= 185^0$. Ist in gereinigtem Zustande farblos, neutral, von ingwerähnlichem aromatischem Geruch.

Das Eupion erscheint in reinem Zustande farblos, entspricht 0,740 spec. Gew. und siedet bei etwa 45⁰.

Feste Destillationsproducte des Holzes: 1) Paraffin, eine weiße, feste, dem Wachs sehr ähnliche Substanz, ebenfalls im Theer enthalten, wird aber besonders bei der Destillation des Torfes und bituminösen Schiefers gewonnen. Schmilzt bei 45⁰ und brennt in einem Dochte mit einem schönen weißen hellen Lichte, weshalb es bekanntlich zu Kerzen benutzt wird. 2) Cedriret, ein flüchtiger, fester Körper. 3) Pittakal, in freiem Zustande ein fester, dem Indigo ähnlicher Körper von tiefblauer Farbe. 4) Pyroxanthin, eine flüchtige, feste, krystallinische Verbindung, welche zuerst im Holzgeist beobachtet wurde.

B. Destillationsproducte der Kohle.

Die Kohle liefert bei höherer Temperatur Ammoniak, Cyan und andere Zersetzungsproducte; hier ist jedoch nur von den Hauptbestandtheilen des Theers die Rede.

a. Carbolsäure (Phenyloxydhydrat, $C_{12} H_5 O, HO$) findet sich in dem Theile des Kohlentheers, welcher zwischen 150 — 200⁰ siedet. In reinem Zustande eine ölige, farblose Flüssigkeit von starkem Lichtbrechungsvermögen, von 1,062 spec. Gew. Bildet mit Basen Salze, von denen einige krystallisiren. Außer dieser Säure finden sich in dem Steinkohlentheer noch zwei andere Säuren, (Rosol- und Brunolsäure) neben mehren basischen flüchtigen Oelen.

b. Flüchtige Kohlenwasserstoffe des Steinkohlentheers. Der wichtigste derselben ist das Naphthalin ($C_{10} H_4$ oder $C_{20} H_8$), entsteht in größter Menge, wenn irgend einer der Bestandtheile des Theeröls durch glühende Röhren geleitet wird und wird sehr leicht erhalten, wenn man Steinkohlentheer wiederholt destillirt. Ist in reinem Zustande farblos, flüchtig, und bildet große, tafelförmige, durchsichtige Krystalle von eigenthümlichem Geruch und scharfem aromatischem Geschmack. Siedet bei 212⁰ und destillirt leicht mit Wasserdämpfen über, verflüchtigt sich bei gewöhnlicher Temperatur wie Kampher und liefert der Einwirkung von Chlor, Brom, Salpetersäure oder Schwefelsäure ausgesetzt, eine große Reihe höchst interessanter Verbindungen.

Ferner sind folgende drei im Steinkohlentheer enthaltenen Verbindungen zu erwähnen: das Anthracen ($C_{30} H_{12}$), welches bei 180⁰ schmilzt und bei 200⁰ destillirt, indem es blättrige Platten bildet. Das Chrysen ($C_{12} H_7$), ein gelber, fester, krystallinischer Körper, bei 135⁰ schmelzbar und Pyren ($C_{10} H_2$), welches sich in Begleitung der vorigen findet aber leichter schmelzbar ist.

Sechstes Buch.

Physik.

Grundzüge der Physik.

Sechstes Buch.

Physik.

Grundzüge der Physik.

Physik.

Die wichtigsten Grundlehren und Gesetze der Physik.

Allgemeine Eigenschaften der Körper sind: Ausdehnung, Undurchdringlichkeit, Porosität, Theilbarkeit, Schwere, Beweglichkeit.

Ausdehnung. Jeder Körper ist ausgedehnt, d. h. nimmt einen Raum ein, oder die Ausdehnung ist die Vorstellung des Raumes, welchen ein Körper erfüllt. Die Größe des von einem Körper eingenommenen Raumes heißt sein Volumen. An jedem Körper unterscheidet man drei Ausdehnungen: Länge, Breite, Höhe. Als Maß der Ausdehnungen nach der Länge dient am häufigsten das Meter, welches der 10 millionste Theil des Erdquadranten oder des Bogens vom Aequator bis zum Nordpol, oder der 40 millionste Theil des ganzen Erdumfangs. Der 10te Theil des Meters ist das Decimeter, der 100ste Theil ein Centimeter, der 1000ste Theil ein Millimeter.

1 Meter = 3,078 par. Fuß,
1 „ = 3,186 rhein. Fuß,
0,313853 Meter = 1 preußischen Fuß,
0,304794 „ = 1 englischen „
0,316102 „ = 1 Wiener „
0,324839 „ = 1 Pariser „
0,394794 „ = 1 russischen „
0,296838 „ = 1 schwedischen „
0,300000 „ = 1 badischen „

12 preuß. Fuß = 1 Ruthe, 1 Fuß = 12 Zoll, 1 Zoll = 12 Linien.

1 preuß. Meile = 24000 Fuß, 1 geographische Meile, deren 15 auf einen Grad des Aequators gehen = 23642,1 Fuß.

1 Elle = 25$^1/_2$ Zoll.

1 Lachter (Bergbau) = 80 Zoll.

1 Faden (beim Seewesen) = 6 Fuß.

Nach dem altfranzösischen Maß entspricht 1 Pariser Fuß ungefähr 1 Fuß

5 Linien preuß. oder 29 Pariser Fuß sind nahezu = 30 preuß. Fuß, genauer ist 1 Pariser Fuß = 1,035 preuß: Fuß; 6 Pariser Fuß machen 1 Toise.

Die Flächen werden durch die Quadrate und Kuben obiger Maße gemessen; erwähnungswerth ist jedoch, daß 1 preußischer Morgen 180 Quadratruthen und 1 franzöſ. Acre = 100 Quadratmeter oder 7,049 preuß. Quadratruhen entspricht.

Außerdem sind noch folgende Maße zur Bestimmung des Volumens der Körper in der Physik von Wichtigkeit:

1 Liter = $^1/_{10}$ eines Kubikmeters = 0,873 preuß. Quart,
1 Hectoliter = 100 Liter = 1,819 preuß. Scheffel,
1,145 Liter = 1 preuß. Quart,
4,543 Liter = 1 engl. Gallone,
58,015 Liter = 1 Wiener Eimer,
1,500 Liter = 1 badischen Maß,
1 preuß. Scheffel = $^{16}/_9$ Kubikfuß = 3072 Kubikzoll,
1 Metze = $^1/_{16}$ Scheffel = $^1/_9$ Kubikfuß = 1,192 Kubikzoll,
1 Kubikklafter = 108 Kubikfuß.

Zur genauen Messung der Längen dienen sehr genau eingetheilte Maßstäbe; zum Messen des Volumens werden die Maßgefäße ebenfalls in gleiche Theile getheilt d. h. kalibrirt.

Undurchdringlichkeit ist die Eigenschaft, vermöge deren zwei Körper nicht zugleich in ein und demselben Raume sein können. Als Ursache wird nach einer Ansicht (nach der dynamischen) angenommen, daß der den Raum erfüllenden Materie eine anziehende und zurückstoßende Kraft innewohne. Nach einer andern Ansicht besteht die Materie aus Atomen, d. h. sehr kleinen Körpern, welche durch eine Anziehungskraft zusammengehalten, aber durch eine Abstoßungskraft an einer innigen Berührung verhindert werden. Diese beiden Kräfte hat man Molekularkräfte genannt.

Porosität ist die Eigenschaft der Körper, den Raum, welchen sie einnehmen nicht ganz mit Materie auszufüllen, sondern in die Masse Zwischenräume (Poren) einzuschließen. Wie sich dieses dem unbewaffneten Auge schon beim Schwamm zeigt.

Theilbarkeit der Körper geht nach mathematischen Begriffen bis ins Unendliche; es ist aber nicht nothwendig auch die physische Theilung so weit treiben zu können, da leicht ersichtlich, daß wenn die Atome des zu theilenden Körpers eine gewisse Größe haben, und sich Poren zwischen ihnen befinden, die Theile des zertheilten Körpers nicht kleiner ausfallen werden.

Als Beispiel einer weit gehenden Theilbarkeit diene, daß Platina sich zu einem Draht von $^1/_{30000}$ Zoll Dicke ausdehnen läßt und daß ein Ducaten 2000 Quadratzoll Goldblättchen giebt.

In Hinsicht des Widerstandes, welchen die Körper der wirklichen Theilung entgegensetzen, zeigen dieselben ein sehr verschiedenes Verhalten, wonach man

drei verschiedene Zustände (Aggregatzustände), nämlich den festen, flüssigen und luftförmigen unterscheidet. Ein fester Körper ist ein solcher, dessen Theile sich nur bei Anwendung einer bedeutenden Kraft trennen oder verschieben lassen. Einen flüssigen Körper nennt man denjenigen Körper, dessen Theile sich sehr leicht trennen oder verschieben lassen. Luftförmige Körper lassen sich leicht zusammendrücken und bei nachlassendem Druck wieder ausdehnen.

Zusammendrückbarkeit ist die Eigenschaft der Körper, sich auf ein kleines Volumen zusammendrücken zu lassen, wie es, dem eben Gesagten zufolge, bei luftförmigen Körpern am leichtesten gelingt. Hört die Ursache zu wirken auf, welche ihre Form oder ihr Volumen ändert, und sie nehmen dann ihren ursprünglichen Zustand wieder an, so nennt man die Körper „elastische“ und diese Eigenschaft Elasticität.

Ausdehnbarkeit ist diejenige Eigenschaft der Körper, unter dem Einfluß der Wärme ihren Umfang zu verändern, oder vielmehr zu vergrößern; z. B. die Luft dehnt sich sehr leicht aus, manche Flüssigkeiten z. B. das Quecksilber sind der Ausdehnung sehr fähig, wie überhaupt alle Körper durch Wärme der Ausdehnung unterworfen sind.

Die Festigkeit eines Körpers ist der Widerstand, welchen derselbe der Trennung seiner Theile entgegensetzt. Absolute Festigkeit nennt man den Widerstand, welchen ein Körper dem Zerreißen entgegensetzt. Relative Festigkeit ist der Widerstand, welcher dem Körper ein Zerbrechen entgegensetzt. Rückwirkende Festigkeit ist der Widerstand, welchen ein Körper, der von oben her belastet wird, dem Zerdrücken oder Zerbrechen entgegensetzt. An festen Körpern unterscheidet man folgende Verschiedenheiten. Derselbe heißt hart, wenn sich dessen Theile sehr schwer verschieben lassen. Das Gegentheil von hart heißt weich. Spröde nennt man ihn, wenn dessen Theile schon bei einer geringen Verschiebung sich gänzlich trennen. Das Gegentheil von spröde ist zähe. Dehnbar heißt ein Körper, welcher sich leicht von der einen nach der andern Richtung verlängern läßt. Luftförmige Körper zerfallen in Dämpfe und Gase; erstere behalten die luftförmige Gestalt bei höherer Temperatur oder geringerem äußern Druck; bei stärkerem Druck dagegen oder bei veränderter Wärme kehren sie in den flüssigen Zustand wieder zurück. Gase hingegen behalten bei gewöhnlicher Temperatur und nicht gar zu starkem Druck die luftförmige Gestalt. Die Kraft, welche die Theile eines und desselben Körpers zusammenhält, heißt Cohäsion oder Zusammenhangskraft. Je fester ein Körper ist, desto stärker macht diese ihre Wirksamkeit geltend; schwächer wirkt sie in flüssigen Körpern und bei gasförmigen Körpern ist ihre Wirksamkeit gleich Null; es macht sich vielmehr eine der Cohäsion entgegengesetzte Kraft, die Abstoßungskraft geltend.

Adhäsion oder Zusammenhaftungskraft ist von der Cohäsion wohl zu unterscheiden, und macht sich zwischen den Theilen zweier verschiedenen Körper auf der Oberfläche geltend, z. B. wenn man zwei Metallstücke fest auf einander

preßt, oder sich die glatten Oberflächen zweier Körper der Art berühren, daß sie sich nicht leicht von einander bringen lassen, ferner das Anhängen des Wassers an einer Glasfläche, so wie manche Bindemittel, deren man sich bedient um zwei Körper festzuhalten, sind Beispiele der Adhäsion. Sehr deutlich bemerkt man die Wirkung der Adhäsion, wenn man ein Glas mit Wasser so weit anfüllt, daß es fast überzulaufen beginnt; man wird dann wahrnehmen, daß sich eine erhabene Oberfläche bildet, weil die Flüssigkeit am Rande des Glases anhaftet und das Wasser nur dann überläuft, wenn man dem Glase nach der einen oder andern Seite das Uebergewicht giebt.

Capillarität (Haarröhrchenkraft), eine besondere Wirkungskraft der Adhäsion macht sich dann geltend, wenn man ein feines Röhrchen in Wasser eintaucht. Das Wasser wird in demselben in die Höhe steigen, und zwar um so höher, je enger das Röhrchen ist. Da man diese Versuche mit feinen gläsernen Röhrchen angestellt hat, deren innerer Durchmesser so klein ist, wie der eines Haars, so hat man obige Bezeichnung für derartige Erscheinungen gebraucht. Diese Kraft wirkt jedoch nicht allein, um die Flüssigkeit in dem Röhrchen zu heben oder zu senken, sondern sie wirkt überall, wo Flüssigkeiten mit festen Körpern in Berührung kommen.

Auf den Gesetzen der Capillarität beruht eine Menge von Erscheinungen, z. B. das Aufsteigen des Oeles und der verschiedenen Fettarten in den Dochten. Das Einsaugen des Wassers von Schwamm, Löschpapier, Zucker 2c. Eine besondere Art der Capillaritätserscheinungen bietet die Endosmose und Exosmose dar, welche sowohl bei thierischen als auch vegetabilischen Membranen wahrgenommen wird. Sie besteht in dem Eindringen und Austreten zweier durch eine Zellenwand von einander getrennten Flüssigkeiten von verschiedener Dichtigkeit. Sie ist die Hauptursache des Einsaugens des Wassers durch die Spitzen der Wurzelfasern und das Aufsteigen des Pflanzensaftes.

Figur 1.



Von dieser endosmotischen Kraft kann man sich leicht ein genaues Bild verschaffen, wenn man eine lange Glasröhre (siehe Fig. 1.) an dem einen Ende mit einer Thierblase verbindet, dann zum Theil mit einer Zucker- oder Gummilösung füllt und nun das zugebundene Ende in ein Glas mit warmem Wasser taucht. Beide Flüssigkeiten werden streben, sich in eine Gleichheit der Dichtheit zu versetzen und es wird durch die Thierhaut eine doppelte Strömung stattfinden, nämlich eine von Außen nach Innen von Seiten des reinen Wassers zu dem Zucker- oder Gummiwasser, die andere von Innen nach Außen von Seiten des Zuckerwassers zu dem reinen Wasser. Die beiden Flüssigkeiten dringen aber nicht mit gleicher Leichtigkeit, mit gleicher Geschwindigkeit durch die Häute; die weniger dichte geht schneller hindurch, als die andere; die in der Glasröhre befindliche Flüssigkeit

wird daher mehr gewinnen, als die außen im Glase vorhandene. Wird diese äußere Flüssigkeit gefärbt, so wird man das Steigen in der Glasröhre um so deutlicher wahrnehmen.

So wie sich Flüssigkeiten auf eben beschriebene Weise gegen einander verhalten, zeigen sich auch Gase, wenn dieselben durch einen porösen Körper getrennt sind. Man nennt diese Erscheinung die Diffusion der Gase.

Krystallisation ist eine Erscheinung, welche ebenfalls auf einer Anziehung beruht, welche die Theile der Körper auf einander ausüben, wenn ein Körper aus dem flüssigen in den festen Zustand in regelmäßigen Gestalten ausgebildet, übergeht. — Die Krystalle werden im Allgemeinen um so größer und vollständiger, je langsamer der Uebergang aus dem flüssigen in den festen Zustand erfolgt.

Chemische Verwandtschaft oder Affinität ist eine von den hier erwähnten Anziehungskräften wohl zu unterscheidende ganz andere Kraft. Sie äußert sich unter den kleinsten Theilen ungleichartiger Körper und bewirkt die Anziehung derselben in der Weise, daß sie Veränderungen erleiden, wodurch neue Körper entstehen, die in ihren Eigenschaften von jenen sie zusammensetzenden abweichen. Das Wort „Verwandtschaft" hat bei der Wirkungsäußerung dieser Kraft eine der im gewöhnlichen Sprachgebrauch ganz entgegengesetzte Bedeutung, die eine Aehnlichkeit zwischen den sich vereinigenden Theilen, sondern gerade diejenigen Stoffe, welche rücksichtlich ihrer Natur und Eigenschaften am entferntesten stehen, zeigen die größte Verwandtschaft zu einander, wovon die Chemie zahlreiche Beispiele liefert.

Schwere der Körper. Die Anziehungskraft kommt allen wägbaren Körpern zu. Diejenigen Körper, welche sich unsern Sinnen unmittelbar darbieten, befolgen alle ein und dieselben Gesetze, und für sie wächst die Anziehung im Verhältniß ihrer Massen und nimmt ab im Verhältniß der Quadrate ihrer Entfernung, d. h. sie ist bei der 2-, 3-, 4-, 5fachen Entfernung 4-, 9-, 16-25mal schwächer. Eine Folge dieses Gesetzes ist auch die Anziehung aller Körper gegen den Mittelpunkt unserer Erde, welche wir Schwere nennen. Werden die Körper aber durch eine Unterlage verhindert diesem Streben zu folgen, so üben sie einen Druck aus, welcher Gewicht genannt wird. Man unterscheidet absolutes und specifisches Gewicht. Absolutes Gewicht ist der Druck an und für sich, welchen ein Körper vermöge der Schwere auf eine Unterlage ausübt. Es ist der Ausdruck der Masseneinheiten eines Körpers im Vergleich mit einer gegebenen Einheit, ohne Rücksicht auf das Volumen. Specifisches Gewicht ist ein relatives Gewicht, das Resultat der Gewichtseinheiten eines Körpers in Beziehung zu einer gegebenen Einheit, bei gleichem Volumen. Es ist demnach eine reine Verhältnißzahl, welche anzeigt, wie vielmal ein Körper so schwer ist, als eine gleichgroße Masse der gegebenen Einheit. Diese Einheit ist für

feste und flüssige Körper, reines Wasser, für Dampf und gasförmige, atmosphärische Luft.

Wird ein Körper nicht unterstützt, so fällt er, und er würde ohne Widerstand der Luft ungefähr $15^1/_2$ Fuß fallen, in jeder folgenden Secunde aber einen größern Weg zurücklegen, da seine Bewegung, wegen der fortdauernden Wirkung der Schwere eine beschleunigte ist.

Die Richtung der Schwere geht nach dem Mittelpunkte der Erde; ganz streng gilt dieses jedoch für den Aequator und für die Pole der Erde, an andern Stellen weicht die Richtung der Schwere, da die Erde keine vollkommene Kugel ist, ein wenig von der Linie nach dem Mittelpunkte ab.

Wir haben uns die Schwere überhaupt nicht als eine von dem Mittelpunkte der Erde ausgehende, sondern als eine Kraft zu denken, welche durch die gesammte Anziehung, die alle materiellen Theile der Erde ausüben, hervorgebracht wird; sie ist deshalb nach dem Mittelpunkte gerichtet, weil durch diesen die gesammte Masse der Erde gleichförmig vertheilt ist.

Die Schwere ist am größten an der Erdoberfläche, sie nimmt ab, wenn wir uns von der Oberfläche nach der Höhe oder Tiefe entfernen. Daß die Schwere abnimmt, wenn wir uns höher über die Erdoberfläche bewegen, z. B. einen Berg besteigen, ist leicht einleuchtend; nicht so klar liegt es vielleicht einem Jeden vor, daß dies auch der Fall sein soll, wenn wir uns in die Tiefe begeben. Denken wir uns aber zunächst in den Mittelpunkt der Erde, so ist klar, daß die anziehenden Kräfte hier nach allen Seiten gleich stark wirken und sich gegenseitig aufheben, also die Schwere im Mittelpunkte = 0 ist. Entfernen wir uns vom Mittelpunkte nach der Oberfläche, so ist klar, daß die anziehende Kraft der Masse, welche wir unter uns zurückgelassen haben, die anziehende Kraft der Masse, welche sich noch über uns befindet, übertrifft, und zwar um so mehr, je weiter wir uns vom Mittelpunkte entfernen und der Oberfläche nähern und daß folglich die Schwere an der Oberfläche, wo die Masse nach unten hin anziehend wirkt, am größten sein muß.

Die Schwere ist ferner auch nicht für alle Erdoberflächen dieselbe; sie ist am Aequator am kleinsten und nimmt nach den Polen hin zu, einmal wegen der abgeplatteten Gestalt der Erde, und zweitens, weil die aus der Achsendrehung der Erde hervorgehende Schwungkraft am Aequator am stärksten entgegenwirkt. Die Schwere ist am Aequator ungefähr $^1/_{300}$ kleiner, als in unsern Breiten und ungefähr $^1/_{200}$ kleiner, als am Pole.

Es ist oben des Gravitationsgesetzes, nach welchem die Schwere im umgekehrten quadratischen Verhältniß, vom Mittelpunkte der Erde abnimmt, gedacht worden. Newton hat nun auch weiter untersucht, ob dieses Gesetz für die Kraft gilt, mit welcher die Erde den Mond anzieht, da nämlich der Abstand des Mondes von der Erde ungefähr 60 Erdhalbmessern gleich ist, so muß ein Körper in der Entfernung des Mondes von der Erde mit einer 3600 mal

schwächern Kraft als an der Oberfläche der Erde angezogen werden. Es wird daher ein von der Erde angezogener Körper in dieser Entfernung mit einer 3600mal geringern Beschleunigung fallen müssen, als an der Erdoberfläche. So wie Sonne, Erde und Mond sich gegenseitig anziehen, so ziehen sich die Planeten auch untereinander an. Diese gegenseitigen Anziehungen bewirken, daß die Planeten keine vollkommnen Ellipsen um die Sonne beschreiben, und da sie bei jedem Umlaufe ihre gegenseitigen Stellungen verändern, also auch verschieden auf einander einwirken, nie wieder genau denselben Weg durchlaufen, sondern immer abweichende Bahnen beschreiben, welche gleichsam in kleinen Schwankungen um eine vollkommne Ellipse oscilliren.

Gleichgewicht und Bewegung. Vernichten alle auf einen Körper wirkenden Kräfte sich gegenseitig, oder wird ihre Wirkung durch irgend einen Widerstand aufgehoben, so ist ein Körper im Gleichgewicht. Alle Körper, welche uns in Ruhe erscheinen, sind solche, auf welche mehrere sich gegenseitig vernichtende Kräfte einwirken. Die Lehre, welche sich damit beschäftigt, die Bedingungen des Gleichgewichts auszumitteln, heißt die Statik. Die Gesetze der Bewegung hingegen, welche entstehen, wenn den Bedingungen des Gleichgewichts nicht genügt ist, werden durch die Dynamik untersucht.

Bei einer jeden Bewegung berücksichtigt man den Weg, den der Körper zurücklegt, die Zeit, Geschwindigkeit, Richtung, die Masse des zu bewegenden Körpers und die Kraft, welche die Bewegung hervorbringt. Der Weg wird nach Fußen, Meilen 2c., die Zeit nach Jahren, Tagen, Stunden 2c. gemessen. Durch die Vergleichung des Weges mit der Zeit gelangen wir zu dem Begriff der Geschwindigkeit. Legt ein Körper in gleichen Zeiten immer gleiche Wege zurück, so versteht man unter Geschwindigkeit den in einer Zeiteinheit zurückgelegten Weg. Als Zeiteinheit nimmt man in der Regel die Secunde an. — Eine Bewegung, bei welcher die Geschwindigkeit beständig dieselbe bleibt, heißt gleichförmig; ändert sich aber die Geschwindigkeit, so heißt die Bewegung ungleichförmig. Die ungleichförmige Bewegung kann beschleunigt und verzögert sein. Die Kräfte, welche Bewegung hervorbringen, können momentan oder continuirlich wirken. Als eine momentan wirkende Kraft können wir den Stoß ansehen, als eine continuirliche die Schwere.

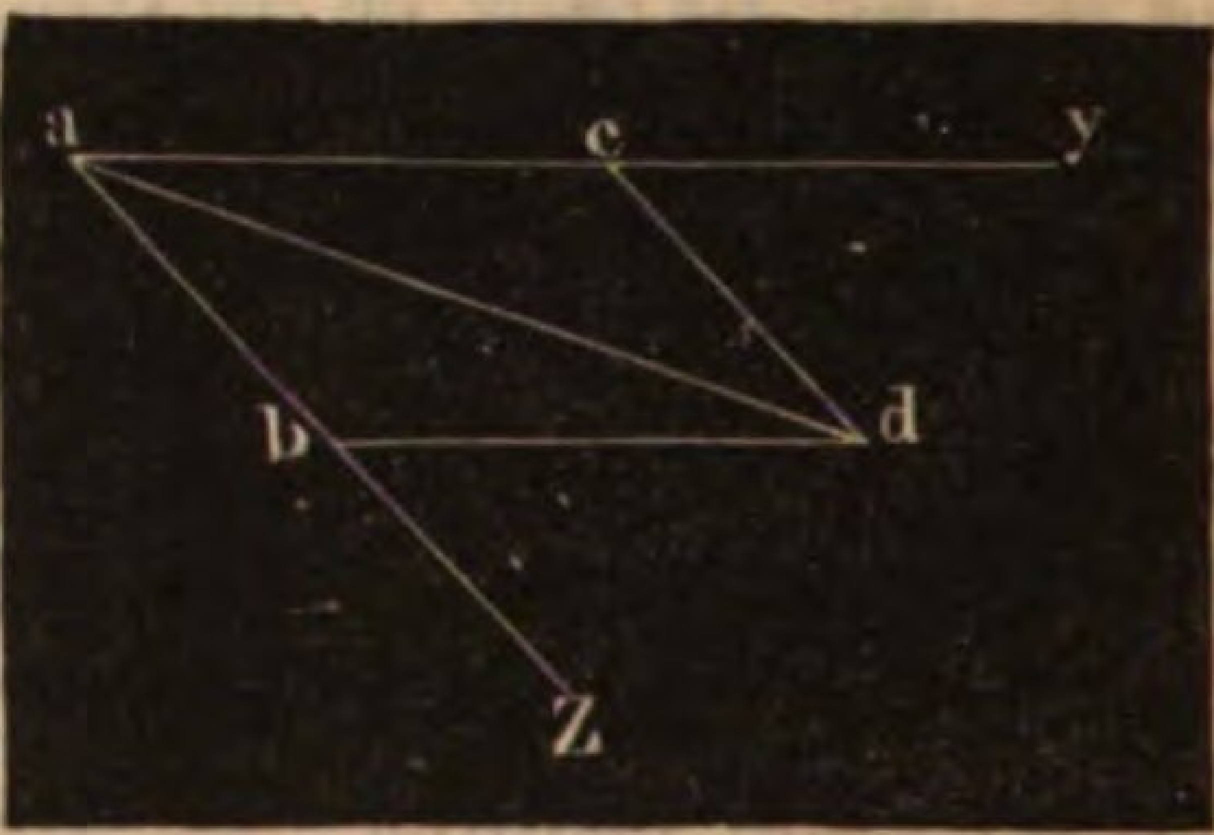
Um die Kräfte zu messen, muß man eine beliebige Kraft als Einheit annehmen. Zwei Kräfte sind gleich, wenn sie nach entgegegesetzten Richtungen auf einen Punkt wirkend sich im Gleichgewicht halten. Zwei gleiche Kräfte, die nach derselben Richtung wirken, sind der doppelten Kraft gleich zu setzen. Man würde eine dreifache Kraft haben, wenn man drei gleiche Kräfte nach derselben Richtung wirken ließe.

Eine Kraft, welche allein das Nämliche wirkt, als mehre andere gegebene Kräfte zusammen, wird die resultirende, auch Mittelkraft, und gegebene Kräfte werden Seitenkräfte genannt. Wirken zwei Kräfte auf einen Punkt, so ist die

resultirende Kraft (Mittelkraft) der Summe der beiden gegebenen gleich. Wirken die beiden Kräfte nach entgegengesetzten Richtungen, so entspricht die Mittelkraft dem Unterschiede der beiden gegebenen Kräfte.

Machen die Richtungen zweier Kräfte, welche auf einen materiellen Punkt wirken, einen Winkel mit einander, so findet man diese resultirende nach einem Gesetze, welches unter dem Namen des Parallelogramms der Kräfte bekannt ist. Wirken z. B. 2 Kräfte auf den Punkt a, die eine nach der Richtung ay, die andere nach der Richtung az, so wird die resultirende gefunden, wenn man aus den Seitenkräften ab und ac ein vollständiges Parallelogramm abdc vollendet und die Diagonale ad zieht. Dieses zeigt sowohl die Richtung, als auch die Größe der resultirenden Kraft an. — Die resultirende zweier Kräfte ist niemals größer als die Summe und niemals kleiner als die Differenz der gegebenen Kräfte.

Figur 2.



Kommt es vor, daß für eine Mittelkraft zwei Seitenkräfte von vorgeschriebener Richtung gesucht werden, welche das Nämliche leisten wie die eine gegebene Mittelkraft, so findet man die gesuchten Seitenkräfte der Größe, wenn man durch den Punkt b mit ac die Parallele bd und mit ab die Parallele dc zieht. ac und ab sind die gesuchten Seitenkräfte, welche zusammen dasselbe leisten, wie die eine Mittelkraft ad.

Gleichgewicht der Körper. In jedem schweren Körper giebt es einen Punkt, bei dessen Unterstützung der Körper ruht und dieser Punkt heißt der Schwerpunkt, oder ein schwerer Körper kann als eine Vereinigung unendlich vieler materieller Punkte betrachtet werden, auf welche die Schwere wirkt. Alle diese Kräfte, obgleich eine unendliche Anzahl, können durch eine einzige Kraft ersetzt werden, welche an einem bestimmten Punkte angreift. Der Schwerpunkt eines Kreises oder eines kreisförmigen Ringes liegt im Mittelpunkte desselben, der Schwerpunkt des Parallelogramms im Durchschnitt der beiden Diagonalen. Der Schwerpunkt einer Kugel, in welcher die Masse gleichförmig vertheilt ist, liegt im geometerischen Mittelpunkte derselben, der Schwerpunkt eines gleichförmigen Stabes in dessen Mitte. Der Schwerpunkt eines Cylinders liegt in der Mitte seiner Achse.

Auf praktischem Wege wird der Schwerpunkt eines Körpers gefunden, wenn man denselben an zwei beliebigen Stellen an einem Faden aufhängt. Da der Schwerpunkt, wenn der Körper zur Ruhe gekommen ist, jedes Mal in der verlängerten Richtung des Fadens liegt, so schneiden sich diese Verlängerungen in dem gesuchten Schwerpunkte. Wird ein Körper in einem einzigen Punkte unterstützt, so müssen der Schwerpunkt und der unterstützte Punkt in einer lothrechten Linie liegen. Liegt der unterstützte Punkt senkrecht über dem Schwerpunkte,

wie dieses bei einem aufgehängten Körper der Fall ist, so strebt der Körper bei einer kleinen Verrückung von selbst in diese Lage zurück zu kehren und man sagt dann: „der Körper befinde sich im stabilen Gleichgewichte.

Hebel. Unter einem Hebel hat man eine unbiegsame Stange zu verstehen, welche sich um einen festen Punkt drehen läßt und an welcher in willkürlichen Punkten Kräfte angebracht sind, welche die Stange zu drehen streben. Denken wir uns, daß zunächst auf einen Hebel nur zwei Kräfte wirken, welche sich das Gleichgewicht halten, so haben wir, wenn wir die Entfernung der beiden Kräfte vom Drehpunkte oder Angriffspunkte betrachten, einen zweiarmigen Hebel, denn die Entfernung des Angriffspunktes einer Kraft heißt die Hebelkraft dieses Arms, und liegen die beiden wirkenden Kräfte an derselben Seite, so heißt der Hebel einarmig. Der Hebel wirkt wie der Name sagt, um Lasten zu heben, so daß man im angewandten Sinne die eine Kraft als die Last, die andere vorzugsweise die Kraft nennen kann. Am Hebel ist nun das Gleichgewicht vorhanden, wenn sich Kraft und Last, oder die beiden wirkenden Kräfte verhalten, wie ihre senkrechten Entfernungen vom Unterstützungspunkte. Der Hebel findet unzählige Anwendung. Beispiele sind die Zange, Scheere, die Wage, der Schlüssel, der Hebebaum u. s. w.

Die Wage, welche hier als besonderes Beispiel hervorgehoben werden mag, besteht bekanntlich aus einem Wagebalken, aus der Zunge und den Schalen. Der Balken ist um eine wagerechte feste Achse drehbar, und bei gleicher Belastung der Wagschalen muß der Balken in horizontaler Lage mit Stabilität ruhen. Diese Bedingung wird erfüllt, wenn bei horizontaler Lage des Wagebalkens der Schwerpunkt desselben in lothrechter Linie unter dem Unterstützungspunkte liegt.

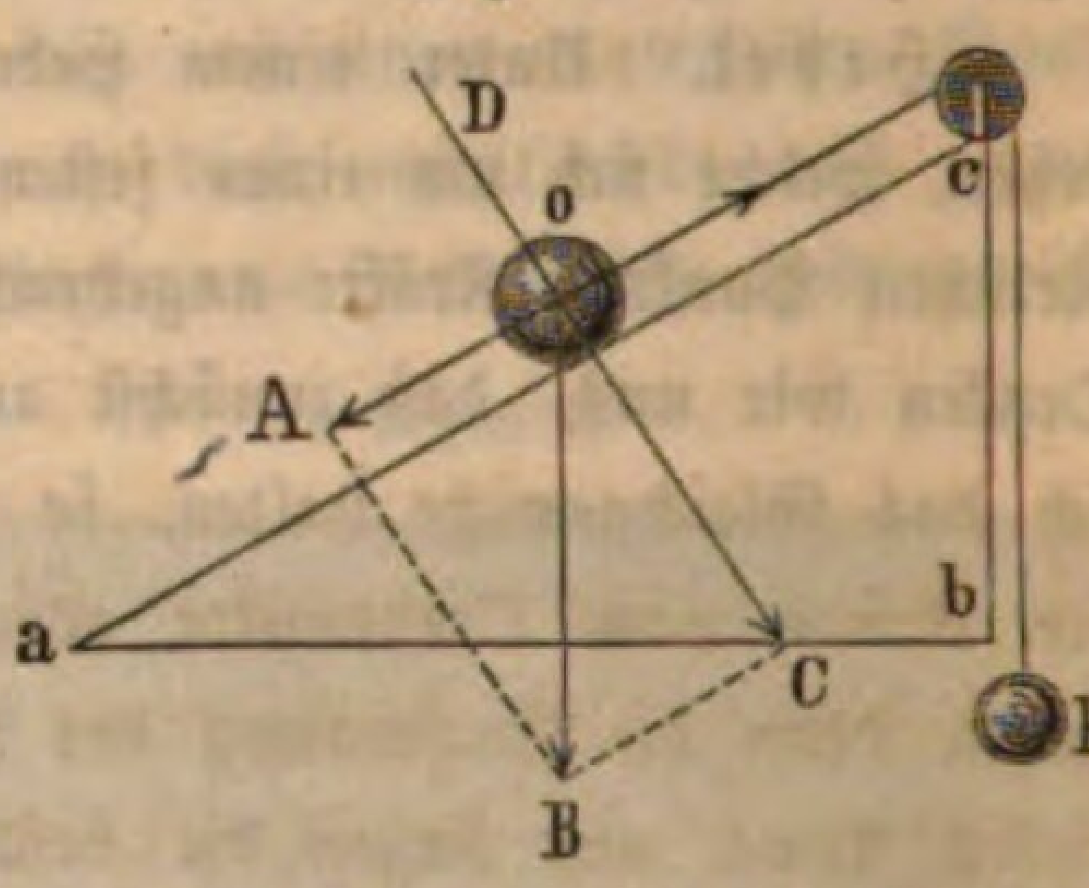
Die Empfindlichkeit einer Wage hängt von der Reibung am Drehungspunkte und von der Tiefe des Schwerpunkts des Wagebalkens, unter dem Drehungspunkte ab. Die Richtigkeit der Wage wird erzielt, wenn beide Arme des Wagebalkens gleiche Länge, gleiche Producte aus der Kraft in ihre senkrechte Entfernung vom Unterstützungspunkte haben und die Wagschalen in Betreff des Gewichts gleich sind.

Die Empfindlichkeit einer Wage schätzt man nach demjenigen aliquoten Theil der Belastung, bei welchem die Wage noch einen Ausschlag giebt. Man überzeugt sich von der Richtigkeit einer Wage, wenn dieselbe ohne alle Belastung im Gleichgewicht steht und die Belastung der Schalen ohne Störung des Gleichgewichts vertauscht werden kann.

Die Rolle ist eine kreisförmige Scheibe, welche an ihrem Umfange mit einer Rinne versehen ist. Sie ist entweder frei beweglich oder fest. Bei einer festen Rolle sind Kraft und Last gleich. Aus der Verbindung mehrer festen und beweglichen Rollen geht der Flaschenzug hervor, bei welchem sich die Kraft zur Last wie zur Anzahl der Seile verhält.

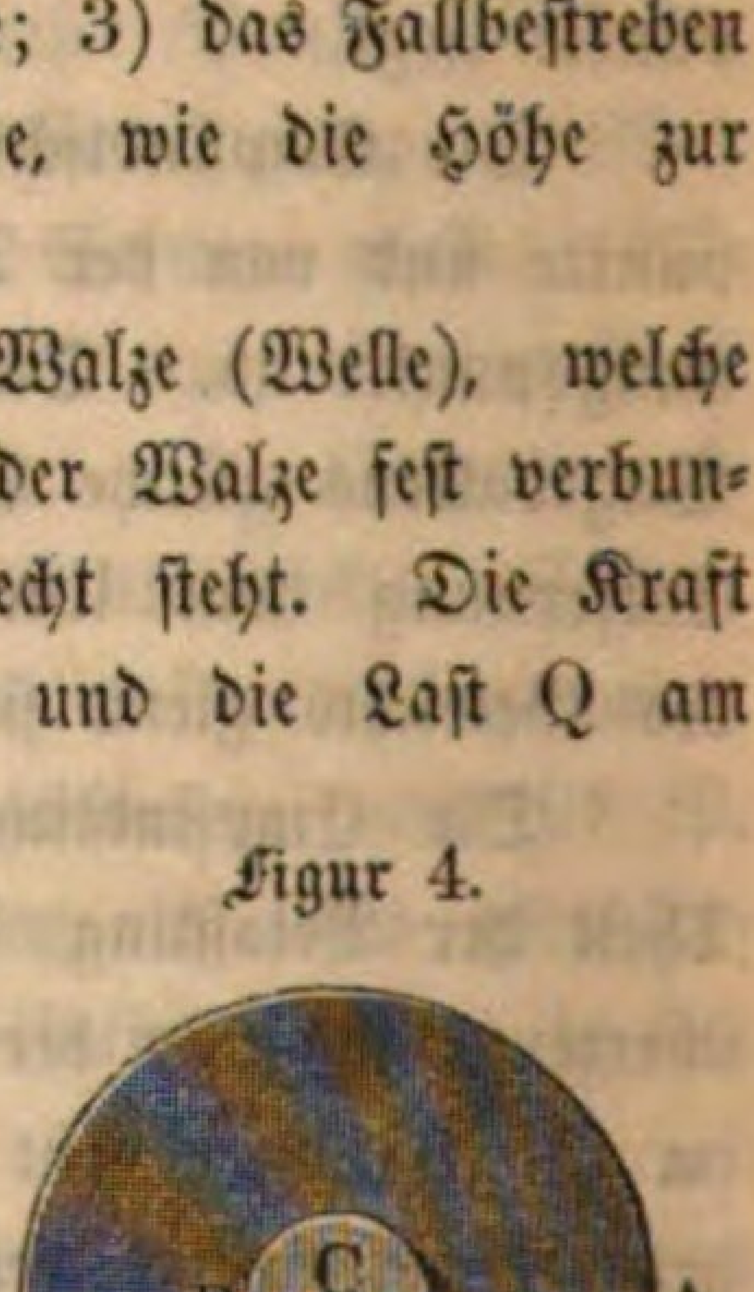
Die schiefe Ebene. Jede Ebene, welche mit dem Horizont einen Winkel macht, heißt eine schiefe Ebene. In beifolgender Figur 3 ist eine solche durch die Linie ac dargestellt. Die Linie ab bildet den Horizont und heißt die Grundlinie oder Basis der schiefen Ebene, während bc ihre Höhe und die Linie ac ihre Länge heißt. Legt man auf die schiefe Ebene einen schweren Körper, z. B. eine Kugel, welche, wie die Ebene, selbst polirt ist, so wird dieselbe hinabrollen, und zugleich einen gewissen Druck auf sie ausüben. Die Kraft, welche sie längs der schiefen Ebene hinabzieht, so wie diejenige, welche sie an dieselbe andrückt, sind Wirkungen der Schwerkraft, vermöge welcher sie senkrecht herabfällt, sobald das Hinderniß entfernt wird. Um nun die Größe jener beiden Kräfte zu finden, zerlegt man das Gewicht B in zwei Seitenkräfte A und C, von denen die eine parallel mit der schiefen Ebene, die andere senkrecht auf derselben ist. Die drei Kräfte oL, oC und oA haben nun ganz genau dasselbe Verhältniß gegen einander, wie die Linien ac, ab und bc des Dreiecks ACB. Nennt man daher B das senkrechte Fallbestreben oder das absolute Gewicht, die Kraft A das Fallbestreben auf der schiefen Ebene oder das relative Gewicht und C den Druck auf die schiefe Ebene, so haben wir folgende Gesetze: 1) das Fallbestreben auf der schiefen Ebene verhält sich zum senkrechten Fallbestreben, oder das relative zum absoluten Gewicht, wie die Höhe der schiefen Ebene zu ihrer Länge; 2) der Druck auf die schiefe Ebene verhält sich zum absoluten Gewicht des Körpers, wie die Grundlinie zur Länge der schiefen Ebene; 3) das Fallbestreben auf der schiefen Ebene verhält sich zum Druck auf dieselbe, wie die Höhe zur Grundlinie zur schiefen Ebene.

Figur 3.



Das Wellrad. Das Rad besteht aus einer Walze (Welle), welche um ihre Achse drehbar ist und einem Rade, welches mit der Walze fest verbunden ist und dessen Ebene auf der Achse der Walze senkrecht steht. Die Kraft (siehe beifolgende Figur) wirkt am Umfange des Rades und die Last Q am Umfange der Walze. Nun verhält sich am Wellrade die Kraft zur Last wie der Radius der Walze zum Radius des Rades. Man gewinnt demnach um so mehr an Kraft, je kleiner der Radius der Walze, und je größer der Radius des Rades ist. Je nach der Art des Gebrauchs des Wellrades nennt man dasselbe Erdwinde, Haspel u. s. w.

Figur 4.



Keil ist ein dreiseitiges Prisma, dessen Durchschnitt gewöhnlich ein gleichschenkliges Dreieck bildet, welches häufig zur Trennung zweier Flächen angewendet

wird, welche auf die Seiten des Keiles einen Druck ausüben, während die Kraft senkrecht auf die Breite des Keiles wirkt. Nennt man jenen Druck nun die Last, so ist am Keile das Gleichgewicht vorhanden, wenn sich die Kraft zur Last verhält wie die Breite zur Länge. Der Gewinn an Kraft ist um so größer, je geringer die Breite des Keiles im Verhältniß zur Länge ist. Dieser Gewinn wird jedoch bei der praktischen Anwendung bedeutend durch die Reibung vermindert.

Schraube. Man unterscheidet bei jeder Schraube die Schraubenspindel und die Schraubenmutter. Schraubenspindel ist ein massiver Cylinder, um welchen die Schraubenwindungen als Erhabenheiten, in Gestalt einer krummen Linie der Schraubenlinie herumlaufen. Die Schraubenmutter ist ein hohler Cylinder, in welchen die Schraubengänge auf der innern Seite als Vertiefungen so eingeschnitten sind, daß die erhabenen Gänge der Schraubenspindel in dieselben genau hinein passen. Bei der Umdrehung der Schraubenspindel oder der Schraubenmutter werden die Erhabenheiten der einen längs der Vertiefungen der andern fortgeschoben und wenn z. B. die Schraubenspindel durch eine an ihrem Umfange wirkende wagerechte Kraft umgedreht wird und der Fortbewegung derselben ein in der Richtung ausgeübte Druck ihnen entgegenwirkt, so wird hier dasselbe Verhältniß zwischen Kraft und Last stattfinden, wie wenn eine Last auf einer schiefen Ebene durch eine wagerechte Kraft emporgehoben werden soll. — Bei der Schraube verhält sich die Kraft zur Last, wie der Abstand zweier Schraubengänge zum Umfange der Schraube.

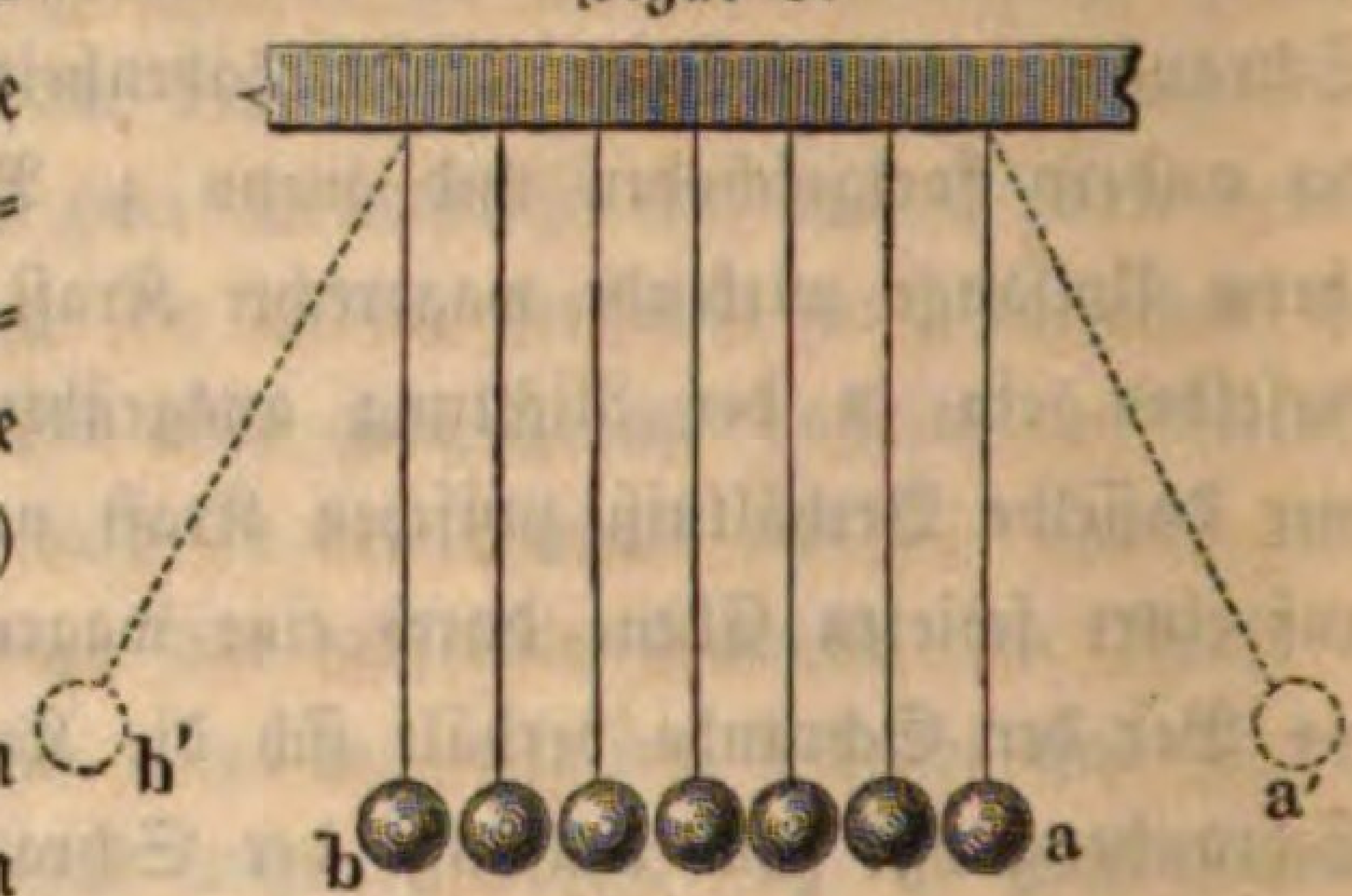
Stoß fester Körper. Tritt ein in Bewegung begriffener Körper auf einen ruhenden oder bewegenden festen Körper, so erleiden ihre Bewegungen eine Aenderung. Ein solches Zusammentreffen nennt man Stoß, bei dem man hinsichtlich der Richtung einen geraden und schiefen unterscheidet. Der Stoß heißt gerade, wenn die Richtungen der Bewegung beider zusammentreffenden Körper mit der Verbindungslinie in ihrem Mittelpunkte zusammenfallen; schief, wenn dieses nicht stattfindet. Beim geraden Stoß hängt die Stärke desselben allein von Masse und Geschwindigkeit der bewegten Körper z. B. der Kugeln ab. Ist die eine Kugel ruhend, so wird die Stärke des Stoßes durch die Größe der Bewegung d. h. durch den Druck der Masse und Geschwindigkeit der andern bestimmt. Der Stoß ist demnach um so stärker, je größer die Masse und je größer die Geschwindigkeit des stoßenden Körpers ist. Beim schiefen Stoß hängt die Stärke desselben auch noch von der Richtung der Bewegung ab; der schiefe Stoß ist um so schwächer, je kleiner der Winkel ist, welchen die Richtung der Bewegung der stoßenden Kugel mit der gestoßenen Fläche bildet.

Die Elasticität der Körper hat einen wesentlichen Einfluß auf den Erfolg des Stoßes. Stößt eine unelastische Kugel gegen eine feste Wand in einem geraden Stoße, so ruht sie nach dem Stoße. Stößt eine unelastische Kugel gegen eine andere ruhende in einem geraden Stoße, so gehen beide nach dem Stoße mit der halben Geschwindigkeit der stoßenden Kugel fort. Stoßen zwei unelastische

Kugeln in einem geraden Stoße mit entgegengesetzten Geschwindigkeiten aneinander, so gehen sie nach dem Stoße mit der halben Differenz der Geschwindigkeiten fort. Stoßen zwei unelastische Kugeln, welche sich beide nach derselben Richtung bewegen, zusammen, indem die eine die andere einholt, so gehen sie nach dem Stoße mit der halben Summe der Geschwindigkeiten fort. Stößt eine elastische Kugel gegen eine feste Wand in einem geraden Stoße, so springt sie mit derselben Geschwindigkeit und auf demselben Wege zurück, auf welchem sie ankam.

Wenn eine elastische Kugel gegen eine feste Wand in einem schiefen Stoße trifft, so springt sie mit derselben Geschwindigkeit und unter demselben Winkel an der andern Seite zurück. Stößt eine elastische Kugel an eine andere ruhende in einem geraden Stoße, so bleibt sie ruhen und die vorher ruhende geht mit der Geschwindigkeit der stoßenden fort.

Figur 5.



Hängt man mehrere elastische Kugeln so auf, daß ihre Mittelpunkte genau in einer horizontalen Linie liegen, so wird, wenn eine äußerste Kugel (a) [Fig. 5.] auf ihre nächstliegende stößt, nur wiederum die äußerste (b) am andern Ende abgeschnellt.

Stößt eine elastische Kugel an eine andere ruhende in einem schiefen Stoße, so gehen sie nach dem Stoße unter rechten Winkeln aus einander, und zwar die gestoßene in der verlängerten Richtung der Linie, welche die Berührührungsstelle des Stoßes mit ihrem Mittelpunkte verbindet.

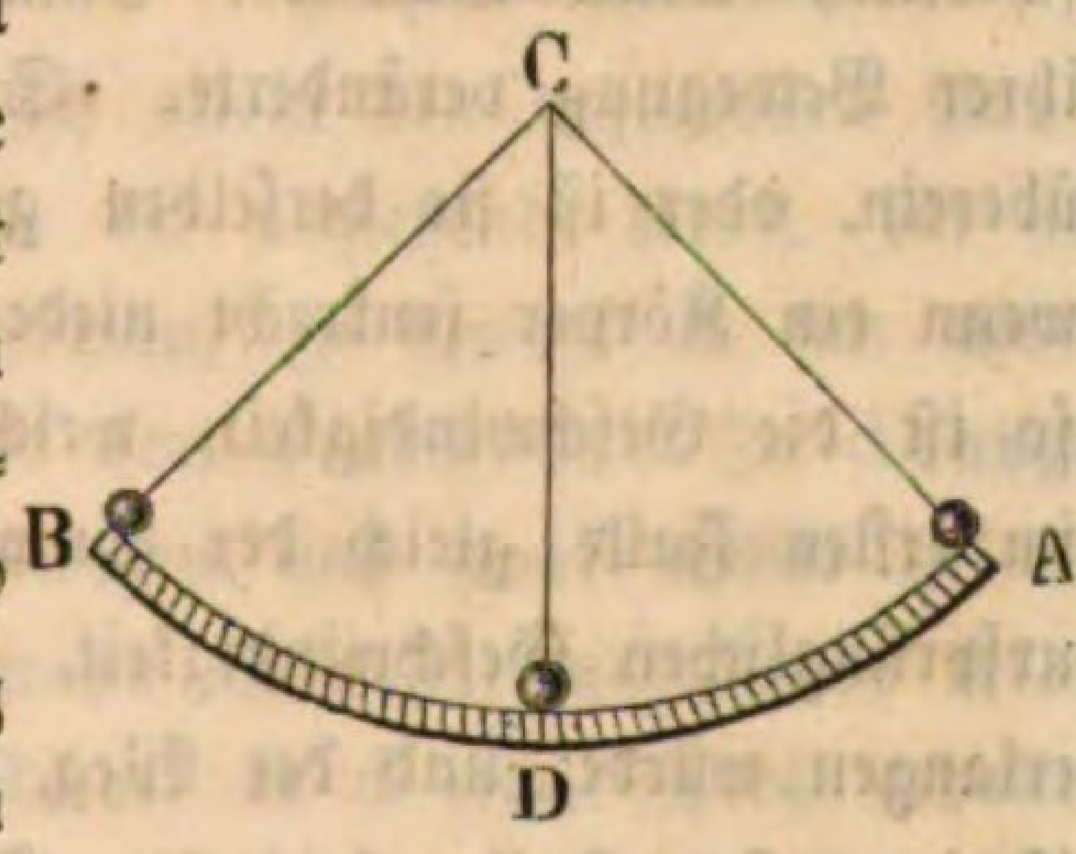
Fall der Körper. In der freien Luft fallen Körper von ungleichem spec. Gew. in verschiedenen Geschwindigkeiten. Eine Metallkugel neben einem Stückchen Papier von gleicher Höhe fallen gelassen, wird bei weitem schneller fallen, als das Papier; erstere fällt in vertikaler Richtung, letzteres wird von derselben mehr oder weniger abgelenkt und durchläuft eine unregelmäßige Linie. Diese Unterschiede werden lediglich durch die Luft veranlaßt; denn ein Körper kann nicht fallen, ohne Luft aus ihrer Stelle zu treiben und ohne einen Theil seiner Bewegung mitzutheilen, wobei das Papier vermöge seines geringen spec. Gew. mehr von ihrer eigenthümlichen Bewegung verliert, als die Metallkugel. Im luftleeren Raume fallen hingegen alle Körper mit gleicher Geschwindigkeit. Um daher die wahre eigenthümliche Fallbewegung schwerer Körper zu erhalten, muß man sie im luftleeren Raume fallen lassen. — Wenn die Schwere allein wirkt, wenn ihre Wirkung nicht theilweise durch ihre Widerstände aufgehoben wird, so wirkt sie auf alle Körper mit gleicher Kraft und ertheilt ihnen die Geschwindigkeit, welches auch ihr Gewicht sein mag und aus welcher Substanz sie auch bestehen mögen. Ein Stück Silber fällt nicht schneller, als ein ganz kleines Silberblättchen oder eine Feder.

Da die Schwere in jedem Momente des Falles auf dieselbe Weise wirkt, so muß sich die Geschwindigkeit des fallenden Körpers in gleicher Zeit auch gleichviel vermehren, d. h. die Bewegung muß eine gleichförmig beschleunigte sein. Wenn der fallende Körper während der ersten Fallsecunde eine Geschwindigkeit erlangt, so muß er nach 2, 3, 4 . . . x Secunden eine Geschwindigkeit 2 r, 3 r, 4 r . . . x r erlangt haben; oder in Worten ausgedrückt: die Geschwindigkeit eines freifallenden Körpers ist stets der verflossenen Fallzeit proportional. Fällt ein Körper x Secunden lang, so muß er einen Weg zurücklegen, welcher demjenigen gleich, den er während derselben Zeit bei gleichförmiger Bewegung zurückgelegt hatte, wenn seine Geschwindigkeit das Mittel zwischen der Anfangsgeschwindigkeit o und der Endgeschwindigkeit $r \cdot x$, also x, $\frac{r}{2} \cdot x$ gewesen wäre. Ein Körper aber, welcher sich x Secunden lang mit der Geschwindigkeit $\frac{r}{2}$ x bewegt, durchläuft einen Raum von $y = \frac{r}{2} \cdot x^2$, d. h. die Fallräume verhalten sich wie die Quadrate der Fallzeiten.

Pendel. Unter einem Pendel versteht man einen schweren Körper, welcher von irgend einem Punkte, der jedoch nicht gerade so aufgehängt ist, daß er Schwerpunkt sein darf, sich um diesen Punkt frei herum drehen kann. Ein solcher Körper kann jedoch nur ruhen, wenn sein Schwerpunkt lothrecht unter dem Aufhängepunkte liegt.

Man hat ein einfaches oder mathematisches Pendel, welches in der Wirklichkeit nicht existirt; die Gesetze aber, nach denen es sich bewegen müßte, wenn es vorhanden wäre, führen zur Kenntniß des zusammengesetzten oder physischen Pendels, welches aus einer schweren Kugel, an einem biegsamen Faden aufgehängt, besteht. Bringt man die Kugel aus der Gleichgewichtslage, d. h. bringt man das Pendel aus seiner vertikalen Stellung, so macht man es, wenn man es losläßt, um ihr irgend einen Anstoß zu geben, Schwingungen, welche fortwährend in derselben Vertikalebene bleiben. Die Bewegung von einem der höchsten Punkte, die das Pendel in seiner Bahn auf beiden Seiten der vertikalen Lage erreicht, zum andern, heißt eine Schwingung oder Oscillation. Bringt man z. B. das Pendel in die Lage CB (Figur 6), so beschreibt die Kugel den Bogen DB, und kommt in D mit solcher Schnelligkeit an, daß sie auf der andern Seite bis A steigt. Ist die Kugel in A angelangt, so geht sie wieder nach B zurück, und wird ihre Bewegung hin und her ohne Unterbrechung fortsetzen; den Bogen BA, welcher in Graden ausgedrückt ist, nennt man den Schwingungsbogen oder die Schwingungsweite und die Zeit, die das Pendel zur Vollendung einer Schwingung braucht, die

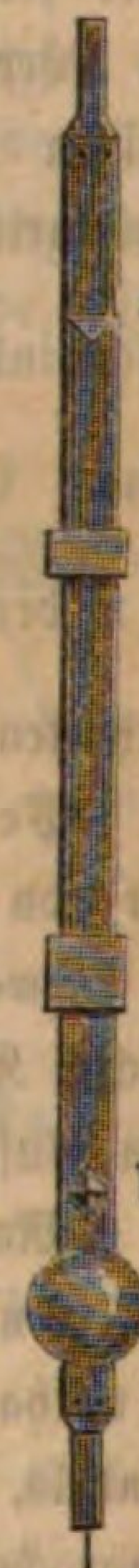
Figur 6.



Schwingungszeit oder Schwingungsdauer, den Winkel BAC nennt man den Ausschlagswinkel.

Die Bewegung des Pendels beruht auf folgenden zwei Hauptgesetzen. Die Schwingungsdauer eines Pendels ist für kleine Schwingungen unabhängig von der Länge der Schwingungsbogen. Ferner bei ungleich langen Pendeln verhalten sich die Pendellängen gerade wie die Quadrate der Schwingungszeit. Dem einfachen oder mathematischen Pendel kommt dasjenige physische oder zusammengesetzte Pendel am nächsten, welches aus einem kleinen Metallkügelchen, an einem feinen seidenen Faden befestigt, besteht, wie bereits oben erwähnt wurde. Bei jedem andern physischen Pendel, welches aus einer Stange (Figur 7) oder einem Draht, mit daran hängenden Kugeln besteht, ist die Länge bedeutend verschieden von der Länge desjenigen einfachen Pendels, welches gleiche Schwingungsdauer mit ihm hat. Da nämlich alle Theile eines physischen Pendels das Bestreben haben, zu schwingen — die dem Drehungspunkte näher liegenden Punkte mit kürzerer, die entfernteren mit längerer Schwingungsdauer — so nimmt, insofern die starre Verbindung dieser Punkte im festen Körper demselben keine selbstständige Bewegung zuläßt, das Pendel eine mittlere Bewegung an, die in der ganzen Länge des Pendels nur einem Punkte, dem sogenannten Schwingungspunkte, naturgemäß eigen ist. Die Entfernung des Schwingungspunktes a von dem Aufhängepunkte b ist daher die Länge des einfachen Pendels, das mit dem physischen gleichzeitig schwingt, d. h. gleiche Schwingungsdauer hat. Am leichtesten findet man für ein physisches Pendel die Länge des entsprechenden einfachen Pendels durch Rechnung, indem man ein nach längerer Schwingungsdauer schon bekanntes Pendel und das zweite Pendelgesetz zu Hülfe nimmt.

Figur 7.



Wurfbewegung. Die Entfernung des Falles und die Pendelschwingungen sind nur durch die Schwere bedingt. Geworfene Körper hingegen werden zuerst durch eine momentane Kraft in Bewegung gesetzt, und werden sowohl beim horizontalen als auch beim schiefen Wurf beständig in gerader Linie fortschreiten, wenn nicht die Einwirkung der Schwere fortwährend die Richtung ihrer Bewegung veränderte. Stimmt die Richtung des Wurfes mit der Schwere überein, oder ist sie derselben gerade entgegengesetzt, oder mit andern Worten, wenn ein Körper senkrecht niederwärts oder senkrecht aufwärts geworfen wird, so ist die Geschwindigkeit, welche er am Ende einer bestimmten Zeit erlangt, im ersten Falle gleich der Summe, im andern Falle gleich der Differenz seiner ursprünglichen Geschwindigkeit, welche ein frei fallender Körper in dieser Zeit erlangen würde; und der Weg, welchen er in einer bestimmten Zeit zurücklegt, ist im ersten Falle gleich der Summe, im andern gleich der Differenz aus dem Wege, durch welchen ihn die Kraft des Werfens allein geführt haben würde und aus dem Wege, welchen ein freifallender Körper in dieser Zeit zurücklegen würde.

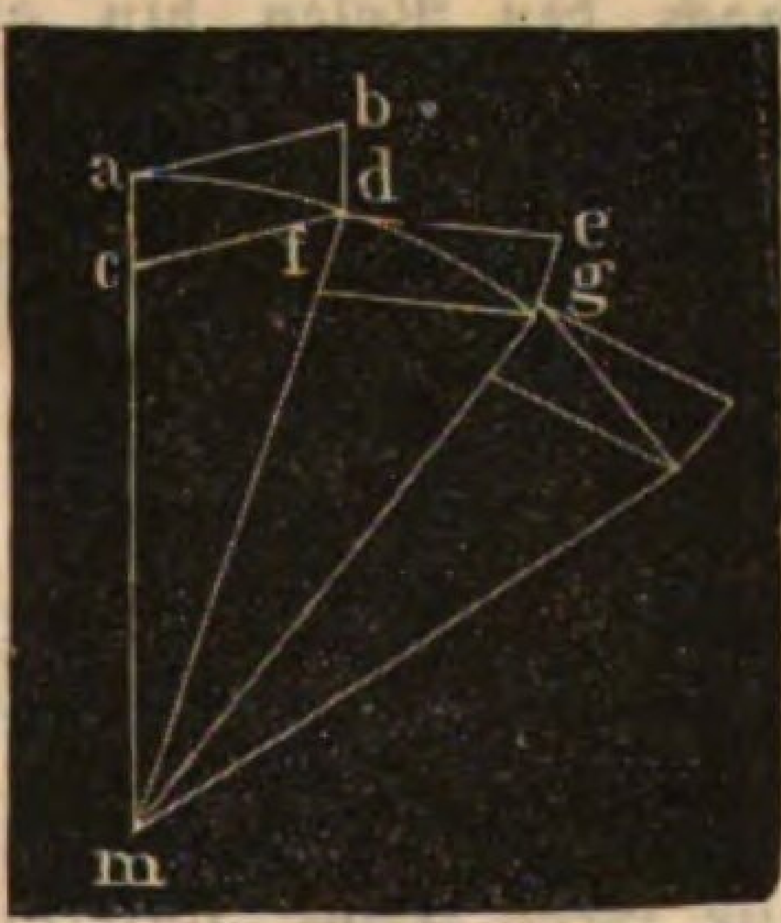
Ein senkrecht in die Höhe geworfener Körper steigt so lange, bis seine Geschwindigkeit durch die Gegenwirkung der Schwere gänzlich aufgehoben ist, und er fällt dann ganz in derselben Art, in welcher er vorher gestiegen ist.

Wird aber ein Körper nach irgend einer beliebigen Richtung geworfen, so entsteht nothwendig eine krummlinige Bewegung, da sie aus einer gleichförmigen, in Folge des Wurfs und aus einer gleichförmigen beschleunigten, in Folge der Schwere zusammengesetzt ist. Die krumme Linie, welche der Wurf erzeugt, nennt man eine Parabel, deren Scheitel in dem höchsten Punkte der Bahn liegt. Der Ort, welchen der geworfene Körper nach irgend einer bestimmten Zeit in seiner Bahn erreicht, wird gefunden, wenn man zunächst den Weg hinzeichnet, welchen er vermöge seiner ursprünglichen Geschwindigkeit ohne Einwirkung aller Schwere zurückgelegt haben würde. Wird aus einem erhöhten Punkte ein Körper in wagerechter Richtung geworfen, so beschreibt derselbe eine halbe Parabel.

Aus dem oben Gesagten folgt, daß man den Lauf eines Geschützes, um einen bestimmten Punkt zu treffen, stets etwas höher richten muß, und zwar um so mehr, je weiter das Ziel entfernt ist.

Centralbewegung. Hierunter versteht man die krummlinige Bewegung eines Körpers um einen festen Punkt herum, welche durch zwei Kräfte hervorgerufen wird, von denen die eine dem Körper ein für allemal eine Bewegung nach einer gewissen Richtung giebt, während die andere ihn beständig nach dem festen Punkt, der nicht in jener Richtung liegt, hinzieht. Solche Bewegungen beobachten wir z. B. am Mond, welcher um die Erde sich dreht, bei den Planeten, welche um die Sonne kreisen.

Figur 8.



Denken wir uns, daß ein Punkt a (siehe Fig. 8), welcher durch eine stete wirkende Anziehungskraft nach dem Punkte m getrieben wird, beim Beginn seiner Bewegung durch irgend eine momentan wirkende Kraft einen Stoß ab erhalten hätte, so wird er sich weder in der Richtung ab, noch in der Richtung ac bewegen, sondern in einer andern Richtung ad, die sich nach dem Gesetz des Parallelogramms der Kräfte ausmitteln läßt.

Würde der seitwärts gerichtete Stoß für sich allein den materiellen Punkt in einem kleinen Zeittheilchen f von a nach b, die anziehende Kraft, für sich allein wirkend, ihn in derselben Zeit nach c führen, so bewegt er sich neben Einwirkung beider Kräfte in dem Zeittheilchen f von a nach d. In d angekommen, würde er sich in der Richtung de bewegen und zwar würde in der Zeit t der Weg de so groß sein, wie ad, wenn nicht die anziehende Kraft von Neuem wirkt und zwar so, als ob der Körper in d einen Stoß erhalten hätte, der ihn, für sich allein wirkend, in der Zeit t von d nach f geführt haben würde. Durch diese abermalige Einwirkung der anziehenden Kraft würde also der Körper wieder von der Richtung de abgelenkt und nach g geführt.

Die Kraft, welche den Körper stets nach dem Mittelpunkte hintreibt, wird die Centripetalkraft genannt. Hört diese aber in irgend einem Momente der Centralbewegung auf zu wirken, so wird der Körper von dem Augenblicke an nach der Richtung der Tangente fortbewegt, und zwar mit einer Kraft. welche den Namen Tangentialkraft führt. Da aber der Körper in Folge der Tangentialkraft die krumme Bahn zu verlassen und sich dabei zugleich von dem festen Punkte zu entfernen, ihn zu fliehen strebt, so nennt man denjenigen Bestandtheil der Tangentialkraft, welche der Centripetalkraft direct entgegengesetzt ist und den Körper in der Richtung dieser Kraft von dem festen Punkte zu entfernen strebt, auch Fliehkraft oder Centrifugalkraft. Denken wir uns eine Kugel (siehe Figur 9) am Ende einer Schnur befestigt, um einen Punkt gedreht, so daß diese Kugel um den Punkt einen Kreis beschreibt, so wird die Schnur fortwährend eine Spannung zu erleiden haben, welche mit der Schnelligkeit der Umdrehung wächst. Die Ursache dieser Spannung, welche die Schnur erleidet, ist eben die Wirkung der Centrifugalkraft, auch Schwungkraft genannt, welche überall da auftritt, wo eine Umdrehung um eine feste Achse stattfindet und die einzelnen Theilchen auf irgend eine Weise verhindert sind, sich von jener Achse zu entfernen.

Figur 9.



Eine solche Schwungkraft muß also auch bei der Umdrehung der Erde um ihre Achse erzeugt werden; am Aequator ist sie am größten und nimmt nach den Polen hin ab. Sie wirkt der Schwere entgegen oder vermindert gleichsam die Intensität der Schwere. Es läßt sich sehr leicht berechnen, wie groß die Umdrehungsgeschwindigkeit der Erde um die Achse sein muß, wenn die Schwungkraft am Aequator die Wirkung der Schwere daselbst vollständig aufheben soll.

Es ist oben gesagt worden, daß hinsichtlich der Gesetze der gegenseitigen Anziehung der Erde und der ihr zugehörigen Körper, dasselbe von der Sonne als Anziehungspunkt für die Planeten gilt. Dieselbe Kraft, welche den Stein zur Erde treibt, und durch alle Himmelsräume wirkt, erhält auch die Harmonie unseres Planetensystems. In dieser Beziehung hat der berühmte Kepler als Folgerungen von Newtons allgemeinem Gravitationsgesetz verschiedene Gesetze erkannt: 1) daß die Planeten sich in ihren Ellipsen bewegen, in deren einem Punkte die Sonne steht; 2) daß sie diese Bahnen nicht mit gleichförmiger Geschwindigkeit, sondern rascher in der Sonnennähe, langsamer in der Sonnenferne durchlaufen; 3) daß sich die Quadrate der Umlaufszeiten verhalten, wie die Kuben der großen Achsen der Planetenbahnen. Die nämlichen Gesetze befolgen auch diejenigen Kometen, deren Bahnen näher bekannt sind, so wie auch die Nebenkometen. (Weiteres siehe Astronomie.)

Mechanische Erscheinungen flüssiger Körper.

Die flüssigen Körper unterscheiden sich von den festen durch die leichte Verschiebbarkeit ihrer Theile.

Hydrostatik (oder die Lehre vom Gleichgewicht flüssiger Körper) beschäftigt sich mit den Bedingungen des Gleichgewichts tropfbar-flüssiger Körper und mit dem Druck, den dieselben auf ein Gefäß ausüben, in welchem sie enthalten sind. Die Eigenschaften tropfbar-flüssiger Körper sind durch die Schwere und die Molekülaranziehung bedingt.

Flüssigkeiten haben die Eigenschaft, daß sie jeden Druck, welcher auf einen Theil ihrer Oberfläche ausgeübt wird, nach allen Seiten gleichmäßig fortpflanzen. Der Druck pflanzt sich von oben nach unten auf horizontalen Flächen, ohne Verlust fort, er ist in jedem Punkte gleich und er ist der Ausdehnung der Fläche proportional, die man betrachtet.

Sollen tropfbar-flüssige Körper im Gleichgewichte sein, so muß einmal ihre freie Oberfläche rechtwinklig zu der Richtung der Schwere stehen, und zweitens müssen die Druckkräfte, welche auf ein jedes Molekül wirken, stets einander gleich und entgegengesetzt sein. Sind flüssige Massen im Gleichgewichte, so üben sie auf sich selbst und auf alle festen Körper, die sie berühren, einen größern oder geringern Druck aus. Den Druck, den eine Flüssigkeit von oben nach unten auf den Boden des Gefäßes ausübt, in welchem sie enthalten ist, ist von der Form des Gefäßes ganz unabhängig. Sie sind immer dem Gewichte einer Säule von derselben Flüssigkeit gleich, deren Basis der Boden des Gefäßes und deren Höhe die vertikale Entfernung vom Boden bis zum Spiegel der Flüssigkeit ist. Der Druck hängt also nur von der Größe des Bodens, der Höhe der Flüssigkeit und der Natur derselben ab. Der Druck ist derselbe, das Gefäß mag cylindrisch sein, mag viel oder wenig Flüssigkeit enthalten, das Gefäß mag gerade oder schief sein. Nicht allein auf den Boden der Gefäße wirkt der Druck der Flüssigkeiten, sondern auch auf jeden Punkt der innern Masse. Der Druck wird überhaupt nach allen Seiten hin gleichförmig verbreitet, und derjenige, welchen ein Stück der Seitenwand aushält, ist dem Gewichte einer Flüssigkeitssäule gleich, welche so hoch ist, als der Schwerpunkt dieses Wandstücks, unter dem Niveau liegt, und deren horizontale Basis gleich ist der Größe des Wandstücks selbst. Der Seitendruck läßt sich aus dem entsprechenden horizontalen Druck nach dem Princip der gleichmäßigen Fortpflanzung berechnen. Er steht in geradem Verhältniß zu dem Flächeninhalt der einzelnen Theile.

Communicirende Gefäße. Sind zwei Gefäße so mit einander verbunden, daß eine in ihnen befindliche Flüssigkeit frei aus dem einen in die andere treten kann, so nennt man sie communicirend; in beiden wird eine und dieselbe Flüssigkeit gleich hoch stehen, selbst wenn auch der Schenkel des einen Gefäßes enger ist, als der des andern. Der Spiegel in beiden muß immer

eine gleiche Höhe haben und diese wird nur dann ungleich sein, wenn die Flüssigkeiten verschieden sind. Befindet sich z. B. in dem einen Rohre Wasser, in dem andern Quecksilber, so werden sich, da die Quecksilbersäule der Wassersäule das Gleichgewicht halten muß, die Höhen der Säulen umgekehrt verhalten, wie die spec. Gew. der Flüssigkeiten, d. h. die Wassersäule muß nahe zu 14mal so hoch sein, als die Quecksilbersäule, weil das spec. Gew. des Wassers fast 14mal geringer ist, als das des Quecksilbers. — Was für verschiedene Flüssigkeiten man auch anwenden mag, immer müssen sich die Höhen der Säulen umgekehrt wie ihr spec. Gew. verhalten. — Die Principien der Hydrostatik gelten nicht allein für Röhren und Gefäße, sondern finden auch Anwendung bei den Gewässern, welche über unsere Erdoberfläche verbreitet sind.

Eine interessante hydrostatische Erscheinung bietet uns auch die Mündung der Flüsse in das Meer dar. Da das süße Wasser leichter ist, so schwimmt es auf der Oberfläche, während das salzige Meerwasser die unteren Schichten bildet. — Der Satz von den communicirenden Röhren oder Gefäßen findet wichtige Anwendung bei Wasserleitungen. Es folgt nämlich aus dem Gesetze, daß sich das Wasser zu jeder Stelle hinleiten läßt, welche nicht höher liegt, als die Quelle, von welcher das Wasser ausfließt. Hierher gehört das Emporsteigen des Wassers in Bohrlöchern des sogenannten artesischen Brunnens u. s. w.

Gleichgewicht der in Flüssigkeit eingetauchten Körper.

Ein jeder Körper verliert im Wasser so viel am Gewicht als die Wassermasse wiegt, welche er aus der Stelle treibt, oder richtiger gesagt: wird ein Körper in eine Flüssigkeit getaucht, so wird ein Theil seines Gewichts von der Flüssigkeit getragen, welcher dem Gewichte der aus der Stelle getriebenen Flüssigkeit entspricht. Die Richtigkeit dieses Satzes wurde zuerst von Archimedes (250 vor Christo) aufgefunden und wird daher das Archimedi'sche Princip genannt.

Denken wir uns, ein gerades Prisma sei vertikal in die Flüssigkeit eingetaucht, so ist jeder Druck auf die Seiten des Prismas durch einen gleichen und entgegengesetzten aufgehoben. Die obere Fläche aber erleidet den Druck einer Flüssigkeitssäule, welche mit dem Prisma gleiche Grundfläche und eine bestimmte Höhe hat; die untere Fläche hingegen wird von unten nach oben mit einer Kraft gedrückt, welche dem Gewichte einer Flüssigkeitssäule von derselben Basis und einer abweichenden Höhe gleich ist. Die Höhen differiren aber gerade um die Höhe des Prismas, und somit ist klar, daß der Druck auf die untere Fläche den auf die obere um das Gewicht einer Flüssigkeitssäule übertrifft, welche dem Volumen des Prismas gleich ist.

Von der Wahrheit des Archimedi'schen Princips kann man sich leicht überzeugen, wenn man an die eine Wagschale einer gewöhnlichen Wage einen hohlen Cylinder anhängt, an welchem wieder ein massiver Cylinder befestigt wird, der

genau die Höhlung des obern ausfüllt. Legt man nun auf die andere Wagschale soviel Gewichte, daß das Gleichgewicht hergestellt ist, und taucht dann den massiven Cylinder in Wasser, so wird derselbe dadurch einen Theil seines Gewichts verlieren, und das Gleichgewicht wird gestört sein. Um dieses wieder herzustellen, hat man nur von Neuem den hohlen Cylinder mit Wasser zu füllen, und dadurch wird der Beweis geliefert, daß der massive Cylinder durch das Eintauchen in Wasser so viel am Gewicht verliert, als zur Füllung des hohlen Cylinders erforderlich ist.

Es würde Alles im Gleichgewicht bleiben, wenn man einen ins Wasser getauchten Körper selbst in Wasser verwandeln könnte. Dieser Wasserkörper würde aber auch vollkommen im Gleichgewicht bleiben, wie man ihn auch um seinen Schwerpunkt drehen mag. Der von oben nach unten wirkende Druck der umgebenden Flüssigkeit ist demnach eine Kraft, deren Angriffspunkt mit dem Schwerpunkte des gedachten Wasserkörpers zusammenfällt und diesen Punkt kann man den Mittelpunkt des Druckes (der Flüssigkeit) nennen.

Nimmt nun statt des gedachten Wasserkörpers irgend ein anderer Stoff z. B. Kork, Marmor oder Eisen wieder seinen Raum ein, so wird der Druck, den dieser Körper von der umgebenden Wassermasse auszuhalten hat, genau derselbe sein, welche der gedachte Wasserkörper hätte aushalten müssen. Ein in Wasser eingetauchter Körper ist demnach der Wirkung zweier Kräfte unterworfen, deren Größe und Angriffspunkt wir jetzt kennen. Die erste Kraft ist die Schwere des Körpers, welche von oben nach unten wirkt, und deren Angriffspunkt der Schwerpunkt des Körpers ist; die zweite Kraft, welche von unten nach oben wirkt, entspricht dem Gewichte des aus der Stelle vertriebenen Wassers und ihr Angriffspunkt ist der Schwerpunkt dieser Masse.

Ist der eingetauchte Körper schwerer, als das verdrängte Wasser, dann sinkt er zu Boden. Ist er eben so schwer, als eine gleiche Wassermasse, dann ruht er an jeder Stelle im Wasser. Ist er leichter als das verdrängte Wasser, so wird er in die Höhe getrieben mit einer Kraft, welche dem Unterschiede zwischen seinem eigenen Gewicht und dem des durch ihn verdrängten Wassers entspricht. Damit ein Körper auf dem Wasser schwimmen könne, ist nicht unbedingt erforderlich, daß er specifisch leichter ist als Wasser, sondern auch specifisch schwerere Körper können zum Schwimmen gebracht werden, wenn man sie aushöhlt, oder mit specifisch leichteren verbindet.

Bei den Fischen veranlaßt die Schwimmblase, daß der obere Theil des Fisches leichter, als der untere ist und die Stabilität desselben beim Schwimmen vermehrt wird. Außerdem gewährt dieselbe den Fischen den großen Nutzen, daß durch den Druck der Rippen die in der Schwimmblase enthaltene Luft zusammengepreßt wird, welche sich bei nachlassendem Druck wieder ausdehnen, ihr Volumen willkürlich vergrößern oder verkleinern, um so im Wasser auf- und niedersteigen zu können. Das Archimedi'sche Princip liefert ein vortreffliches

Mittel zur Bestimmung des spec. Gew. fester Körper, wobei Wasser als Einheit angenommen wird.

Principien der Hydrodynamik. (Bewegungsgesetze der Flüssigkeiten.)

Fließt Wasser aus einer engen Oeffnung im Boden eines Gefäßes aus, so ist die Geschwindigkeit desselben um so größer, je tiefer die Oeffnung unter dem Wasserspiegel liegt. Diese Geschwindigkeit ist nahe derjenigen gleich, welche ein Körper beim freien Fall erlangt, wenn er durch eine Höhe gefallen ist, die der Tiefe der Oeffnung unter dem Wasserspiegel gleich ist.

Befindet sich in der Seitenwand eines Gefäßes eine Oeffnung, so hat der ausfließende Strahl die Gestalt der krummen Linie, welche ein mit der Geschwindigkeit des ausströmenden Wassers wagerecht geworfener Körper beschreibt. — Strömt das Wasser durch eine enge Oeffnung aus einer aufwärts gebogenen Röhre, wie dies beim Springbrunnen der Fall ist, so müßte es zufolge des obigen Gesetzes bis zur Höhe des Wasserspiegels emporspritzen. Hinter dieser Höhe bleibt es jedoch beträchtlich zurück, vorzüglich deshalb, weil seine Geschwindigkeit durch die Reibung der Wände an der Röhre durch den Widerstand der Luft und auch durch den Druck der zurückfallenden Wassertheile vermindert wird. Bei der Fortbewegung des Wassers in Röhren und Kanälen erleidet das fließende Wasser zugleich durch die Reibung an den Wänden eine fortwährende Verminderung seiner Geschwindigkeit. Wird das Wasser stoßweise gegen feste Körper getrieben, so übt es gegen dieselben einen Druck aus und dieser ist bei einer in einem größern Strome senkrecht auf die Richtung desselben eingetauchten Platte, nahe gleich dem Gewichte einer Wassersäule, welche die getroffene Fläche zur Grundfläche und die der Geschwindigkeit des Wassers entsprechende Fallhöhe zur Höhe hat. Dasselbe gilt auch, wenn die Platte von einem freien Wasserstrahle getroffen wird, dessen Querdurchschnitt sie nicht übertrifft. Ist aber die gestoßene Fläche viel größer, so breitet sich der Wasserstrahl aus und übt nun die doppelte Wirkung aus.

Diese Sätze kommen bei den sogenannten unterschlächtigen Wasserrädern in Anwendung, welche durch den Stoß, den ein Wasserstrom gegen die unteren Schaufeln ausübt, bewegt werden.

Die Wellen. Bekanntlich zeigen sich an der Oberfläche des Wassers abwechselnde Erhöhungen und Vertiefungen oder sogenannte Wellen, welche auf mannichfaltige Weise erregt werden. Der zuerst erregten Welle folgen noch einige in ganz gleicher Weise, aber fortschreitende Wellen, indem die einmal in Bewegung gesetzten Wassertheile nicht bloß in die Lage derselben zurückkehren, sondern wie ein aufgehobenes Pendel, diese überschreiten und erst nach einigen Schwingungen wieder zur Ruhe kommen. Trifft eine Welle auf eine feste Wand in senkrechter Richtung, so wird sie senkrecht zurückgeworfen, indem eine in

entgegengesetzter Richtung fortschreitende Welle entsteht. Trifft die Welle schief auf die feste Wand, so wird sie unter dem nämlichen Winkel zurückgeworfen, unter welchem sie auffiel.

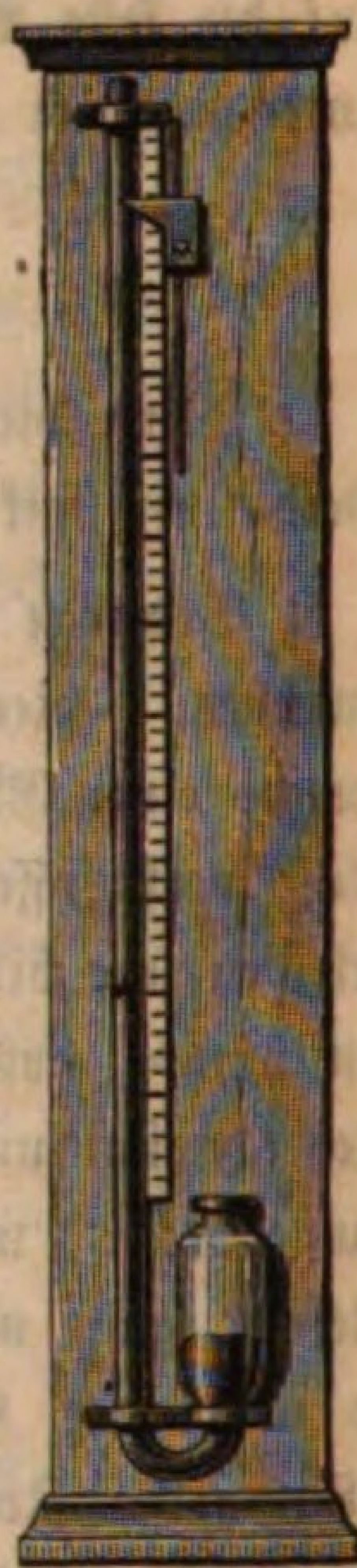
Vom Druck der Luft.

Wird die Luft zusammengepreßt, so wächst ihre Elasticität in gleichem Verhältniß mit ihrer Dichtigkeit (Mariotte's Gesetz).

Vermöge der Schwere der atmosphärischen Luft muß sie auch einen Druck ausüben. Hiervon überzeugt man sich direct, wenn man auf den Teller einer Luftpumpe einen Glascylinder setzt, welcher oben mit einer stark angespannten Thierblase verschlossen ist. Die Blase wird von beiden Seiten einen gleichen Druck erleiden und bildet deshalb eine Ebene; zieht man aber die Luft vermittelst einer Luftpumpe aus dem Cylinder heraus, so gewinnt der äußere Luftdruck das Uebergewicht und drückt die Blase nach Innen. Nimmt man ferner eine 30 Zoll lange Röhre, welche an einem Ende offen, am andern verschlossen ist und füllt dieselbe ganz mit Quecksilber, taucht sie alsdann in ein Gefäß mit Quecksilber, so wird das Quecksilber in der Röhre fallen, so daß die Quecksilbersäule 28 Pariser Zoll entspricht. Der Druck, welchen die Luft auf das Quecksilber im Gefäß ausübt, hält demnach einer Quecksilbersäule von ungefähr 28 Pariser Zoll das Gleichgewicht (Toricelli's Versuch). Ueber dem Quecksilber in der Röhre befindet sich ein luftleerer Raum (Toricelli's Vacuum). Die ganze Vorrichtung dient zur Messung des Luftdrucks. Eine Wassersäule, welche dem Luftdruck das Gleichgewicht zu halten vermag, muß demnach 32 Pariser oder 33 Preußischen Fußen entsprechen, denn Quecksilber ist 13,6mal schwerer als Wasser. Ein Cubikfuß Wasser wiegt aber 66 Pfund und demnach übt die Luft auf jeden Quadratfuß einen Druck von 33×66 Pfund $= 2178$ Pfund, folglich auf jeden Quadratzoll einen Druck von ungefähr 15 Pfund aus. — Der Druck der Luft auf die ganze Oberfläche eines völlig ausgewachsenen Menschen beträgt 33,000 Pfund.

Der erwähnte Torricelli'sche Versuch führte zu einer ungefähren Bestimmung des Drucks der Luft, d. h. zu einem Schwermesser oder Barometer; soll aber ein solches Instrument zur genauen Messung desselben dienen, so müssen den einzelnen Theilen desselben noch gewisse Eigenschaften zukommen. Einmal muß das Torricelli'sche Vacuum wirklich luftleer sein, welches man durch Auskochen der Röhre mit Quecksilber erreicht. Zweitens muß die Scale, welche bestimmt ist, die Höhe des Quecksilbers im verschlossenen Schenkel über der Oberfläche des Quecksilbers im offenen Schenkel berücksichtigt werden. Man theilt dieselbe gewöhnlich in Pariser Zoll oder auch in Millimeter (1 Millimeter = 0,443295 Pariser Linien). Drittens muß das Quecksilber vollkommen rein sein. Viertens darf die Weite der Röhre nicht unter $1^1/_2$—2 Linien betragen.

Figur 10.



Das gewöhnliche Barometer besteht aus einer Röhre, welche, unten gekrümmt, mit einem weiten Gefäß endigt (Gefäßbarometer [siehe Figur 10]) und auf einem Brette befestigt ist. Die Höhenscale ist gewöhnlich von Metall. Dieses Instrument ist zwar bequem, aber für genaue Messungen nicht ausreichend. Man bedient sich daher zu solchen Zwecken des Heberbarometers, welches aus einer heberförmig gekrümmten Röhre besteht, deren längerer Schenkel verschlossen und deren kürzerer Schenkel offen ist. Da nun bei jedem Steigen oder Fallen des Quecksilbers im verschlossenen Schenkel zugleich das Quecksilber im offenen Schenkel fällt oder steigt, so muß sich die Scale längs der Röhre verschieben lassen.

Der Luftdruck pflanzt sich in horizontaler Linie gleichmäßig fort und daher wird er in allen nicht luftdicht verschlossenen Räumen derselbe sein, wie im Freien, weshalb man ein Barometer eben so gut im Zimmer, als außerhalb desselben aufhängt. Dagegen ist die Höhe von wesentlichem Einfluß auf den Barometerstand. — Der Luftdruck ist an ein und demselben Orte nicht beständig, weshalb das Barometer auch fortwährend Schwankungen unterworfen ist. Im Allgemeinen steht es im Sommer höher als im Winter und im Winter sind die Schwankungen des Barometers beträchtlicher als im Sommer; sie betragen in unsern Gegenden ungefähr 2 Pariser Zoll, in höheren Breiten sind dieselben noch beträchtlicher, viel geringer aber in der Nähe des Aequators, wo sie mit Ausnahme außerordentlicher Fälle nur wenige Linien umfassen. — Eine vorzugsweise nützliche Anwendung, welche man von dem Barometer macht, ist die Bestimmung des Höhenunterschiedes zweier Orte durch correspondirende Barometerbeobachter.

Da der Luftdruck offenbar mit der Höhe abnimmt, so muß auch das Barometer fallen, wenn man in die Höhe steigt und zwar um die Länge einer Quecksilbersäule, welche eben so viel wiegt als die Luftsäule, um welche man gestiegen ist. Die Luft ist bei 0^{0} und bei einem Barometerstande von 28 Pariser Zoll 10500 mal leichter, als Quecksilber; man wird daher um 10500 Linien oder um 73 Fuß steigen müssen, damit das Quecksilber im Barometer um eine Linie fällt und umgekehrt wird man, wenn man an einem Orte A das Barometer auf 28 Zoll und an einem andern Orte B zu derselben Zeit nur auf 27 Zoll 11 Linien steht, hieraus schließen müssen, daß B um 27 Fuß höher liegen muß, als A. Da aber dem angeführten Mariotte'schen Gesetz zufolge die Dichtigkeit der Luft mit der Höhe abnimmt, so wird das Barometer nicht in demselben Verhältniß fallen, in welchem man steigt. Man wird z. B., wenn man in eine Höhe gelangt ist, in welcher das Barometer auf 14 Zoll steht, die Dichtigkeit der Luft also nur noch halb so groß ist, offenbar um

2 × 73 = 146 Fuß steigen müssen, damit das Barometer um eine Linie fällt. Dennoch unterliegen diese Messungen keiner großen Genauigkeit, da die Temperatur, der Feuchtigkeitsgehalt der Luft, die Luftströmungen einen wesentlichen Einfluß haben. Ferner ist das Barometer bei vielen chemischen, akustischen, optischen und thermischen Untersuchungen unentbehrlich. Auf den Gesetzen des Luftdrucks beruhen auch die Erscheinungen des gekrümmten Hebers, welcher aus einer zweischenkligen gebogenen Röhre besteht; die Saug- und Druckpumpe, von denen die erstere (siehe Figur 11) aus einem Cylinder (Stiefel genannt), in welchem sich der Kolben luftdicht auf und nieder bewegt, und einer Saugröhre besteht, welche vom Boden des Stiefels bis in das zu hebende Wasser reicht. Da wo die Saugröhre mit dem Stiefel verbunden ist, befindet sich ein Ventil, welches sich nur nach oben öffnet; das Nämliche gilt von einem Ventil b im Boden des Kolbens. So wie nun der Kolben in die Höhe gezogen wird, öffnet sich das Ventil a, b schließt sich und die Luft wird im Stiefel und in der Saugröhre verdünnt; sie wird aber beim Niedergange des Kolbens in der Saugröhre nicht wieder verdichtet, indem sich nun a schließt und b öffnet.

Figur 11.

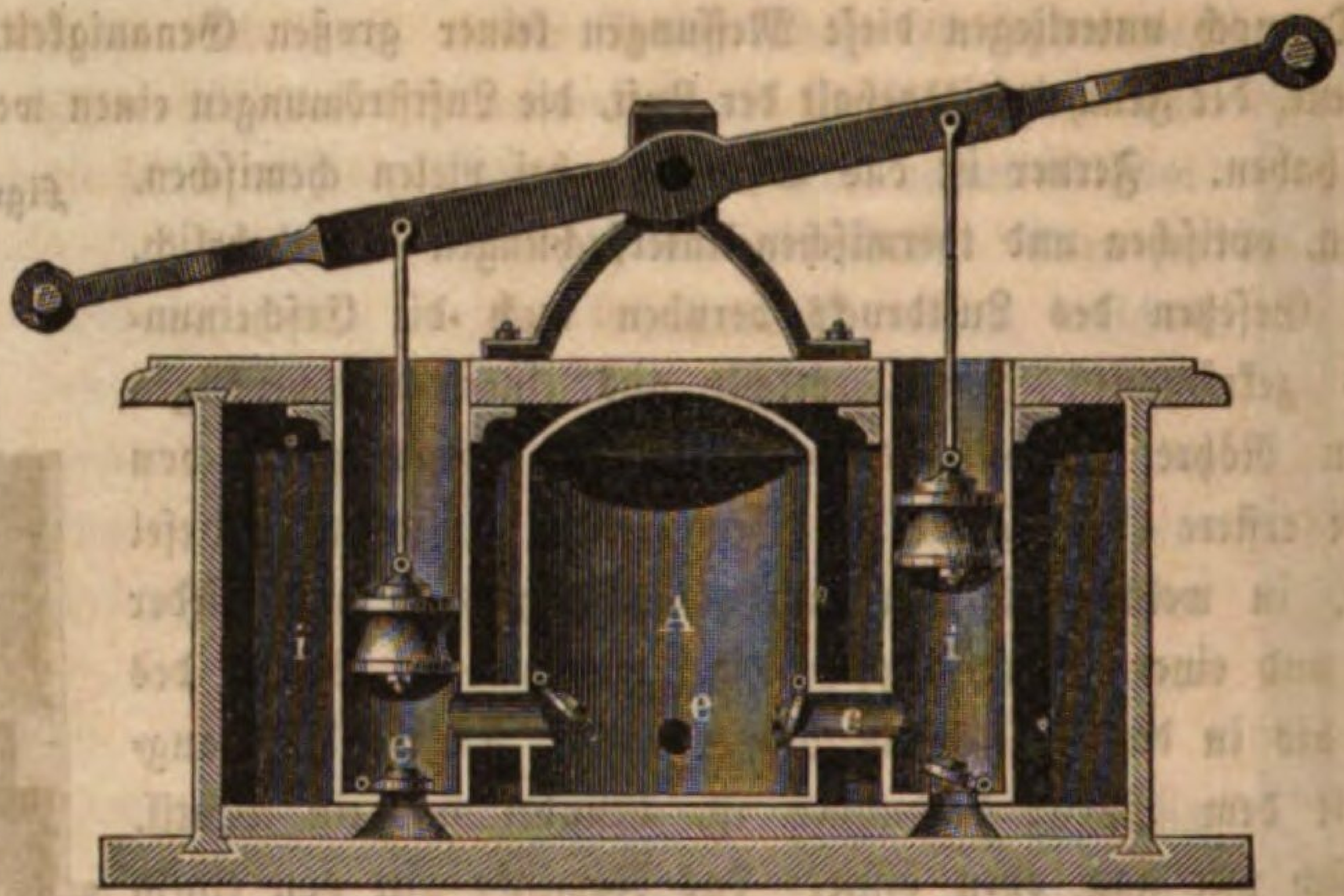


Die Druckpumpe (siehe Figur 11 B) unterscheidet sich von der Saugpumpe nur dadurch, daß mit derselben nahe am Boden eine aufwärts gehende Röhre (Steigröhre) verbunden ist, an deren Mündung in den Stiefel, ein in die Steigröhre sich öffnendes Ventil b ist, statt des Ventils im Kolben, befindlich ist, welches hier fehlt. Ferner ist der Heronsballs zu erwähnen, welcher aus einem luftdicht verschlossenen Gefäß besteht, in welchem sich ein Röhrchen befindet, das unten bis nahe an den Boden des Gefäßes reicht, und oben in eine feine Spitze endet. Wird nun der Heronsball etwa zur Hälfte mit Wasser gefüllt, und Luft in demselben durch Einblasen verdichtet, so bekommt die innere verdichtete Luft über die äußere das Uebergewicht und treibt das Wasser empor, so daß es in einem feinen Strahle hervorspritzt. Hierauf gründet sich die Feuerspritze (siehe Figur 12), welche aus dem Windkessel A und zwei Druckpumpen ii besteht, welche in einem Kasten mit Wasser stehen. Beim Aufsteigen des Kolbens öffnet sich das Ventil e, durch welches das Wasser in den Stiefel tritt und c schließt sich. Beim Niedergange des Kolbens aber schließt sich e, c öffnet sich und das Wasser tritt aus dem Stiefel in den Windkessel. Je mehr es sich hier ansammelt, um so mehr wird die Luft in dem Windkessel

Figur 11 B.



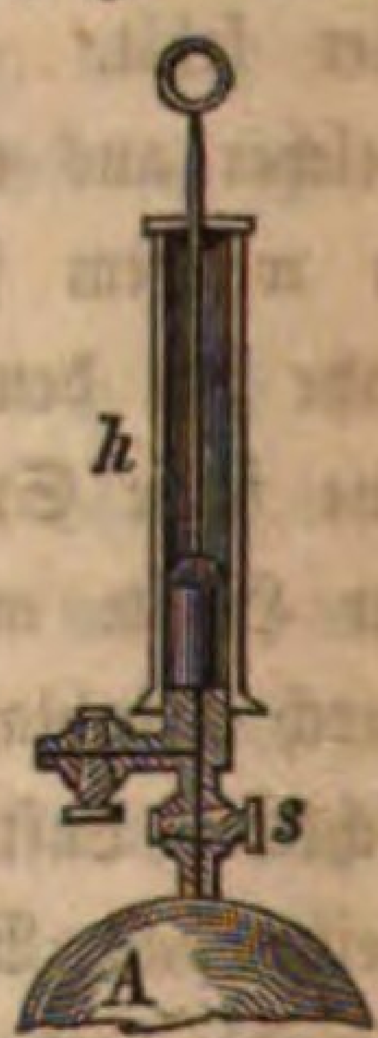
Figur 12.



verdichtet. In dem Windkessel ist nun entweder ein bis nahe an den Boden reichendes Rohr, welches oben in eine bewegliche Röhre, den sogenannten Schwanhals, ausläuft, angebracht, oder, was bequemer ist, es befindet sich in dem Windkessel nahe am Boden bei o eine Oeffnung, an welche ein Schlauch, der in ein Rohr mit enger Oeffnung endet, angeschraubt werden kann. So wie nun die Luft durch Pumpen in dem Windkessel verdichtet wird, so wird das Wasser, durch den Druck der zusammengepreßten Luft, aus dem Kessel getrieben.

Die Compressionspumpe besteht aus einem starken metallischen Stiefel, in welchem sich ein dicht anschließender Kolben auf und nieder bewegt. Unten a befindet sich ein Ventil, welches sich nur nach außen öffnet und nahe am obern Ende eine kleine Oeffnung, durch welche die zu verdichtende Luft in den Stiefel tritt. Das Gefäß, in welchem die Luft verdichtet werden soll, wird in den Stiefel angeschraubt.

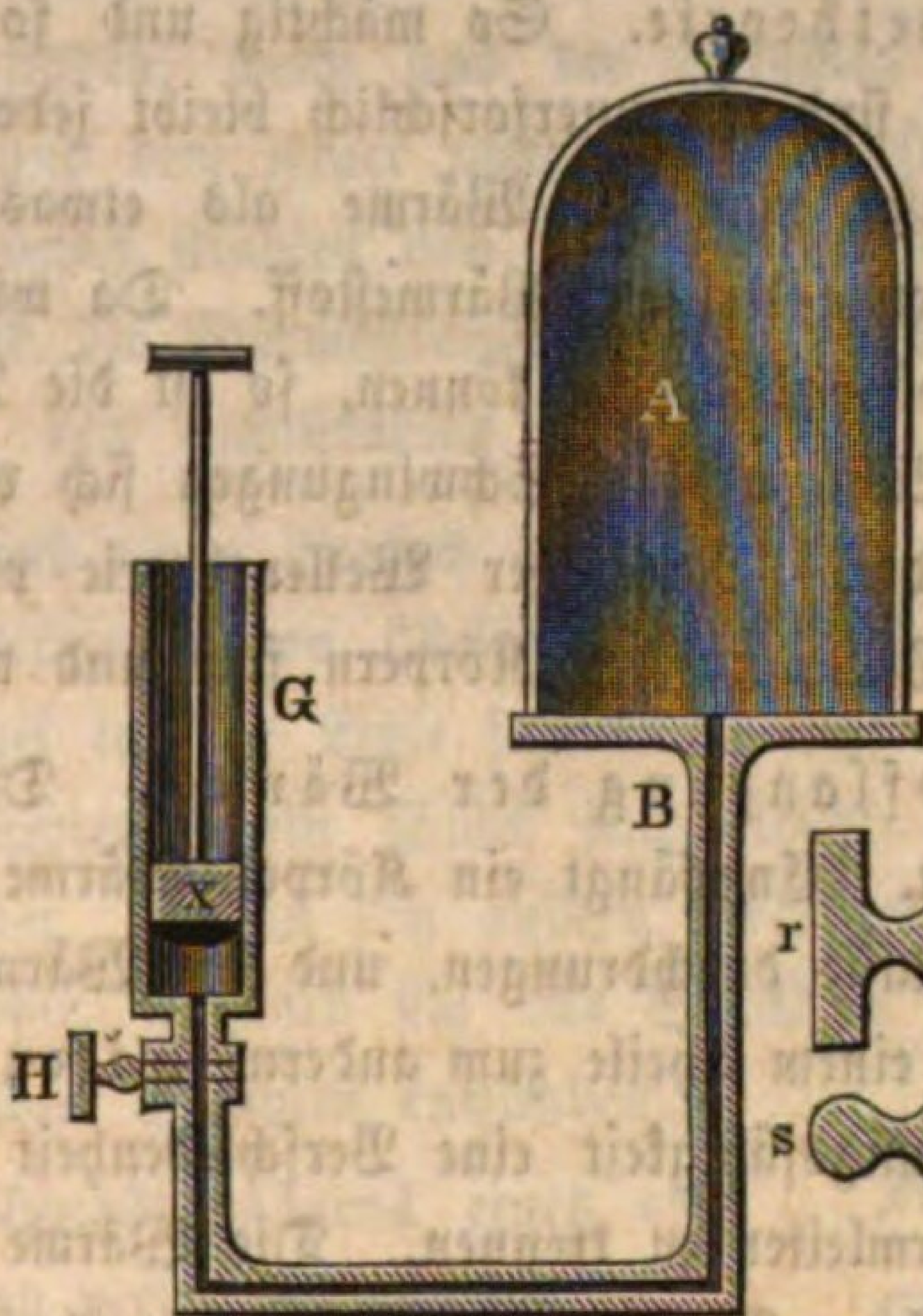
Figur 13.

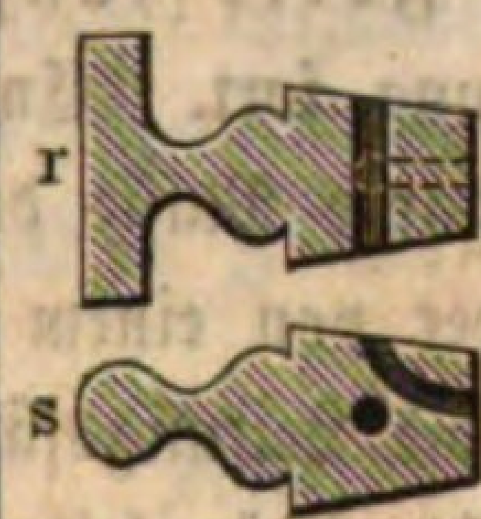


Die Luftpumpe, eins der unentbehrlichsten und wichtigsten Instrumente des Physikers, besteht aus einem hohlen Cylinder (siehe Figur 13), welcher unten vollständig verschlossen ist und auf dessen Boden ein Kolben x fest aufsitzt. Wird nun der Kolben mit Gewalt in die Höhe gezogen, so bildet sich unterhalb des Kolbens ein luftleerer Raum. Führt dann aus dem unteren Theile des Cylinders ein Kanal nach einem Raume, etwa einem Ballon A, der mit Luft angefüllt, aber doch gegen die äußere Luft völlig abgeschlossen ist, so wird beim Aufziehen des Kolbens ein Theil der Luft aus A vermöge ihrer Elasticität in den Cylinder treten und somit eine Luftverdünnung in A entstehen. Damit aber beim Niedergang des Kolbens die Luft nicht wieder in den leeren Raum A zurücktreten kann, ist ein Hahn s angebracht, mit dessen Hülfe man nach Belieben die Verbindung zwischen A und dem Cylinder unterbrechen und wieder

herstellen kann. Der Hahn s wird geschlossen, sobald der Kolben oben angekommen ist. Drückt man nun den Kolben nieder, so wird dabei die Luft im Cylinder zusammengepreßt werden, wenn man ihr keinen Ausweg verschafft; diesen erhält man aber dadurch, daß man einen zweiten Hahn öffnet. Ist der Kolben unten angekommen, wird wieder geschlossen, s geöffnet, und ein abermaliges Aufziehen des Kolbens bringt eine neue Verdünnung in A hervor. Wiederholt man nun diese Operationen, so läßt sich in A eine bedeutende Verdünnung erzielen. Mit der Luftpumpe, deren Construction verschieden ist, lassen sich interessante Versuche anstellen, und außerdem ist sie ein nothwendiges Instrument für chemische Zwecke, da, wo es sich darum handelt, Flüssigkeiten in einem luftverdünnten Raume zu verdunsten. Zu diesem letzteren Zwecke, sowie zu den meisten Versuchen wendet man eine Luftpumpe an, welche aus einem hohlen Cylinder (Stiefel G von Messing) mit einem dicht anschließenden Kolben x besteht. Eine gut abgeschliffene Platte (Teller B [siehe Figur 14a]), welche mit dem Stiefel durch eine Röhre verbunden ist, und auf welche eine gläserne Glocke A (Recipient), in welcher die Luft verdünnt werden soll, zu stehen kommt, nebst einem Hahne mit doppelter Bohrung (siehe Fig. 14b), bilden die wesentlichsten Bestandtheile einer solchen Luftpumpe. Wird der Kolben in die Höhe gezogen, so hat der Hahn die in r abgebildete Stellung. Die in dem Recipienten und der Röhre enthaltene Luft dehnt sich in den Stiefel aus und wird sogleich verdünnt 2c. Gewöhnlich bringt man an den Luftpumpen, statt eines Stiefels, deren zwei mit der Einrichtung an, daß, während der Kolben in dem einen Stiefel niedergeht, er in dem andern in die Höhe steigt.

Figur 14a.





Figur 14b.

Specifisches Gewicht der Gase. Die Luftpumpe bietet ein Mittel dar, um das spec. Gew. der atmosphärischen Luft und der Gase zu bestimmen (siehe hierüber unter „Wärme").

Von den ätherischen Stoffen.

(Wärme, Licht, Elektricität, Magnetismus.)

Die Erscheinungen dieser vier ätherischen Fluida sind vermöge ihres mächtigen Einflusses, obgleich wir sie nur durch ihre Wirkungen kennen, ohne uns

von ihrer Ursache einen Begriff machen zu können, von außerordentlicher Wichtigkeit. Als allgemeiner Charakter schreibt man ihnen die Unwägbarkeit zu, nennt sie daher auch Imponderabilien, im Gegensatz zu den Körpern oder wägbaren Stoffen.

I. Wärme.

Quellen der Wärme. Jedermann weiß, daß wir den größten Theil der von uns empfundenen Wärme durch das Sonnenlicht empfangen, aber wir erhalten auch Wärme durch tellurische Processe aus dem Erdinnern. Ferner ist mit den elektrischen Erscheinungen, mit dem Lebensproceß, mit Verbrennungsprocessen resp. der chemischen Thätigkeit eine Erzeugung von Wärme verbunden.

Wärmetheorie. So mächtig und so fühlbar wie die Wirkungen der Wärme auch sind, so unerforschlich bleibt jedoch ihr Princip. Nach einer alten Theorie nimmt man die Wärme als etwas Körperliches und nennt die zu Grunde liegende Ursache Wärmestoff. Da wir uns aber unmöglich etwas Materielles unwägbar denken können, so ist die Theorie, nach welcher die Wärme, gleich dem Lichte als in Schwingungen sich verbreitender Aether betrachtet wird, ein leuchtender. Nach der Wellentheorie pflanzt sich die Wärme gleich dem Schall in Wellen zu den Körpern fort und macht sodann ihre Wirkung geltend.

Fortpflanzung der Wärme. Die Wärme pflanzt sich durch Berührung fort. Empfängt ein Körper Wärme von einem andern Theile, so wird die ganze Masse durchdrungen, und die Wärme verbreitet sich durch den ganzen Körper von einem Theile zum andern (leitende Wärme). Da aber in Bezug auf die Leitungsfähigkeit eine Verschiedenheit obwaltet, so hat man gute und schlechte Wärmleiter zu trennen. Die Wärme wird durch Leitung am besten in schweren, dichten Körpern fortgepflanzt, während poröse und leichte Körper sehr schlechte Wärmeleiter sind; daher kommt es denn auch, daß die Metalle fast alle mehr oder weniger gute Wärmeleiter sind, dagegen Federn, Holz, Stroh, feine wollene Zeuge u. s. w. als schlechte Wärmeleiter betrachtet werden müssen; zu letzteren ist namentlich auch das Glas zu zählen, wovon man sich leicht überzeugen kann, wenn man das eine Ende einer Glasröhre stark erhitzt. Man wird alsdann am andern Ende durchaus keine Wärme wahrnehmen, ja man kann sogar dieselbe in einer kleinen Entfernung vom erhitzten Ende anfassen; erhitzt man dagegen einen Metalldraht, so wird man ihn wegen der von Theilchen zu Theilchen im ganzen Drahte fortgeleiteten Wärme nicht halten können. Man benutzt diese größere oder geringere Leitungsfähigkeit sehr häufig im gewöhnlichen Leben, so gründet sich z. B. die Einrichtung der Doppelfenster auf die schlechte Wärmeleitungsfähigkeit der Luft, die, wie alle Gasarten, zu den schlechten Wärmeleitern gehört. Die Leitung der Wärme in flüssigen und

gasförmigen Substanzen ist durch die Bewegung ihrer Theile bedingt. Erhitzt man einen Glaskolben mit Wasser gefüllt, unten vermittelst einer Weingeistlampe, so wird man deutlich bemerken, daß, wenn zuvor ein in Wasser unlösliches Pulver hineingeschüttet wurde, die Circulation der Flüssigkeit in der Weise vor sich geht, daß diese in der Mitte des Gefäßes emporsteigt, an den Wänden wieder herabfällt und so die Flüssigkeit erwärmt. Würde man hingegen den Glaskolben oben erwärmen, so würde die Fortpflanzung nicht so rasch vorwärts gehen, man muß daher immer die Gefäße unten erwärmen.

Strahlende Wärme oder die andere Art der Fortpflanzung wirkt in gewisse Entfernungen. Wir empfangen die Wärme der Sonne durch Strahlung, ohne daß die höheren Luftschichten dadurch erwärmt werden, indem sie die mittelst der Strahlen durch sie hindurch gehende Wärme nicht verschlucken. Wir nehmen dies schon wahr, wenn wir uns dem Feuer eines Heerdes nähern; während wir eine brennende Hitze empfinden, wenn uns die Strahlen des Feuers treffen, ist die Luft zwischen uns und dem Feuer nicht von einer so hohen unerträglichen Temperatur. Heiße Körper strahlen von ihrer Oberfläche nach allen Seiten hin Wärme, und daher sind die Wärmestrahlen in dieser Beziehung, da sie durch die Luft hindurchgehen, den Lichtstrahlen zu vergleichen.

Man kann sich sehr leicht durch einen Versuch von der strahlenden Wärme überzeugen, wenn man zwei Hohlspiegel von Messing so einander gegenüber stellt, daß die Achsen beider Spiegel in eine Linie fallen. Bringt man alsdann in den Brennpunkt des einen Spiegels ein Stück eines leicht entzündlichen Körpers z. B. ein Stückchen Zunder, und in den andern Brennpunkt eine im lebhaften Glühen unterhaltene Kohle, so wird sich das Stückchen Zunder vermöge der von der Kohle ausgehenden Strahlen entzünden.

Figur 15.

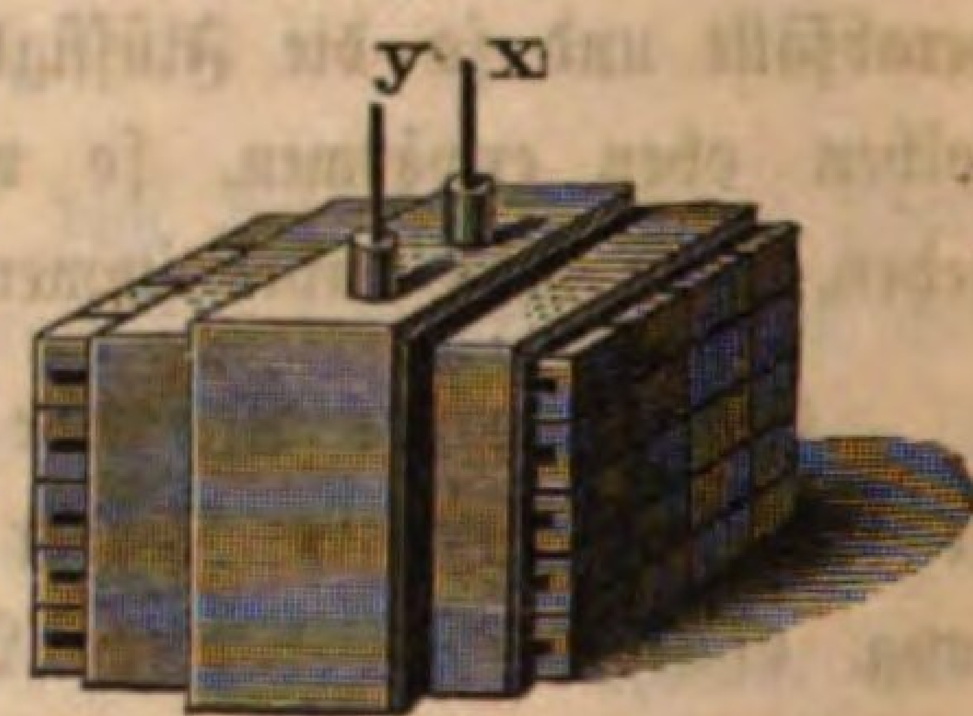


Um die Stärke des Ausstrahlungsvermögens eines erhitzten Körpers zu erfahren, hat man verschiedene Instrumente construirt, die in hohem Grade empfindlich sind. Als solches ist z. B. das Differential-Thermometer von Leslie anzuführen, welches aus 2 Glaskugeln (siehe Figur 15) besteht, die durch eine Glasröhre verbunden sind, in welcher sich etwas gefärbter Weingeist befindet, der bei Erwärmung der einen Kugel durch den Druck der darin befindlichen Luft nach der andern hingetrieben wird.

Bis hierher war nur von der Existenz der strahlenden Wärme und der Stärke derselben die Rede. Wir müssen aber auch fragen, wovon die mindere oder mächtigere Ausstrahlung der Körper abhängt, worauf geantwortet werden kann, daß das Ausstrahlungsvermögen der Körper von der Oberfläche derselben abhängt und daher sehr ungleich ist.

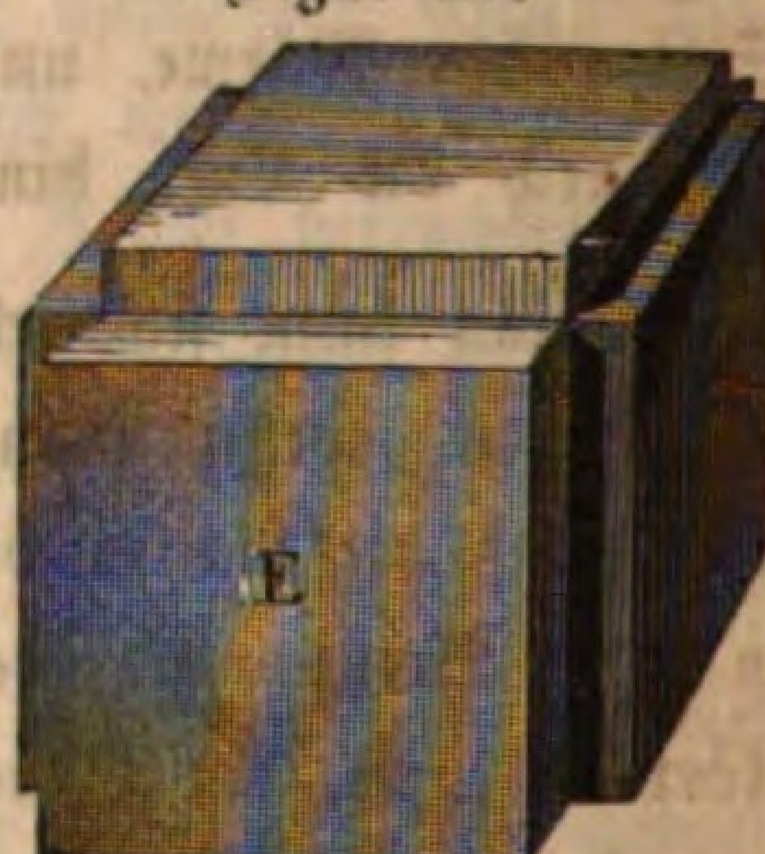
Glatte Oberflächen der Körper z. B. der Metalle, strahlen weniger Wärme aus, als solche, welche rauhe Oberflächen haben. Um das Strahlungsvermögen eines Körpers auszumitteln, benutzt man eine thermo-electrische Säule, welche mit einem Multiplicator verbunden ist.

Figur 16.



Die Säule ist aus einer Anzahl Stäben von Wismuth und Antimon eingeschlossen in einem messingenen Cylinder zusammengesetzt (siehe Figur 16), und ihre Pole stehen durch Drähte yx mit einem electromagnetischen Multiplicator in Verbindung. So wie denn selbst die geringste Differenz in der Temperatur zwischen den beiden Enden der Säule durch einen Wärme ausstrahlenden Körper hervorgerufen wird, geht sogleich ein elektrischer Strom durch die Drähte, und bewirkt eine Abneigung der Magnetnadel. Um jedoch den Einfluß der Oberfläche auf die Ausstrahlung zu beweisen, kann man sehr zweckmäßig einen Würfel von Eisenblech E (siehe Figur 17) benutzen, indem man die eine Seite des ersteren polirt, die andere matt anlaufen, die dritte mit Glas bedeckt und die vierte mit Ruß überzogen, nach einander, nachdem man darin befindliches Wasser erhitzt hat, der Thermosäule aussetzt.

Figur 17.



Wird dieser Apparat oder auch ein Differential-Thermometer zur Bestimmung des relativen Strahlungsvermögens benutzt, so wird man sich überzeugen, daß, wenn man die polirten Metalle, welche als solche ein geringes Strahlungsvermögen haben, sich dieses bedeutend vergrößert.

Absorption. Die Eigenschaft, die von einem andern Körper empfangenen Wärmestrahlen zu verschlucken, ist mehr oder weniger allen Körpern eigen; denn ein jeder Körper, wenn wir ihn den Sonnenstrahlen aussetzen, nimmt eine gewisse Temperatur an. Daß aber in dieser Beziehung eine Ungleichheit stattfindet, rührt daher, weil die Körper auch ein verschiedenes Ausstrahlungsvermögen haben, und die Ausstrahlung zu der Absorption in Beziehung steht, denn je mehr Wärme ein Körper absorbirt, desto mehr vermag er auszustrahlen. — Das stärkste Absorptionsvermögen besitzt der Lampenruß.

Reflexion. Aus dem Gesagten ergiebt sich, daß, da die Körper ein ungleiches Absorptionsvermögen besitzen, diese nicht immer alle die treffenden Strahlen absorbiren, und mithin die übrigen zurückgeworfen werden müssen. — Da das Absorptionsvermögen blanker Metallflächen sehr gering ist, so muß das Reflexionsvermögen groß sein.

Diathermansie. Die Körper haben die Eigenschaft, Wärme auszustrahlen, zu absorbiren und zu reflectiren, aber es giebt auch viele Körper, welche, wie die durchsichtigen, das Licht durchlassen, auch Wärmestrahlen durchlassen, und man hat daher diejenigen, welche sich so verhalten, diathermane genannt, im Gegensatz zu denjenigen, welche die Wärme aufhalten und als athermane bezeichnet werden.

Ausdehnung. Alle Körper werden durch die Wärme ausgedehnt; also das Volumen eines Körpers hängt von dem Grade seiner Erwärmung ab, und diesen Grad der Erwärmung nennt man die Temperatur. Die Ausdehnung fester Körper ist sehr verschieden und steht zu der Zunahme der Temperatur um so mehr im Verhältniß, je entfernter die Temperatur vom Schmelzpunkte des Körpers liegt. Soll die Ausdehnung gemessen werden, so kann diese Messung nur unmittelbar sich auf die Längenausdehnung beziehen. Will man z. B. wissen, wie viel eine Eisenstange sich ausdehnt, wenn sie bis zu 100° erwärmt wird, so erfährt man diese lineare Ausdehnung, wenn man die gemessene Länge der Eisenstange bei 100° durch die ursprüngliche bei 0° dividirt; die so erhaltene Zahl nennt man den Ausdehnungscoëfficienten des Eisens. — Bezeichnet man die ursprüngliche Länge durch m und die erlittene Ausdehnung durch n, so ist der einem jeden festen Körper in gewissem Grade eigenthümliche Ausdehnungscoëfficient $x = \frac{n}{m}$.

Der Ausdehnungscoëfficient für die körperliche Ausdehnung (Ausdehnung nach allen Richtungen) fester Körper ist 3mal so groß als der lineare Ausdehnungscoëfficient. — Unter den gebräuchlichsten Metallen dehnt sich Zink am stärksten aus, dann folgt Blei, Zinn, Silber, Kupfer, Gold, Wismuth, Eisen, Antimon, Platin.

Manche Körper, z. B. geschmolzenes Wismuth, auch Eisen, dehnen sich beim Erstarren, also bei einer Temperaturverminderung aus, allein diese Eigenthümlichkeit ist Folge der Krystallisation. Die Ausdehnung der Flüssigkeiten ist selten für jeden Grad zwischen 0°—100° constant. Bis zur Erwärmung auf 100° hat sich das Wasser um 0,0466 seines Vol., bei 0°, ausgedehnt; fettes Oel um 0,08, Weingeist um 0,11 u. s. w. Das Wasser hat seine größte Dichtigkeit bei + 4° C. — Die Ausdehnung des Quecksilbers beträgt zwischen 0° und 100°, für jeden Grad $\frac{1}{5550}$. Die Ausdehnung der Flüssigkeiten benutzt man, um die Wärmemengen oder Temperaturgrade zu messen, und als die geeignetsten für diesen Zweck hat man das Quecksilber und den absoluten Alkohol gewählt. Ersteres weil es einen sehr hohen Siedepunkt (400°) hat, letzteren weil er nicht gefriert.

Das Instrument, welches man mit Hülfe dieser Flüssigkeiten zu erwähntem Zwecke benutzt, ist das Thermometer, gewöhnlich ein Quecksilberthermometer. Um

ein solches Instrument sich herzustellen, bedarf man einer vollkommen cylindrischen Glasröhre, welche zunächst, um sich von ihrer vollkommenen Cylinderform zu überzeugen, mit ein wenig Quecksilber gefüllt wird, um die Gleichmäßigkeit der Röhre durch Messung des Quecksilbersäulchens ermitteln zu können; alsdann wird eine Kugel an die Röhre geblasen, diese erwärmt, damit sich die darin befindliche Luft ausdehnt und alsdann die offene Seite rasch in Quecksilber getaucht. Beim Erkalten der Kugel steigt das Quecksilber bis in jene hinein, man kehrt dann den Apparat wieder um, und erhitzt von Neuem, um die Luft vollständig auszutreiben. Man fügt dann noch so viel Quecksilber hinzu oder treibt so viel Quecksilber aus, wie gerade die mittlere Temperatur, für welche das Instrument bestimmt ist, es erfordert. Hierauf wird das Thermometer zugeschmolzen, indem man entweder über der Thermometersäule einen luftleeren Raum macht, oder noch Luft in die Röhre läßt.

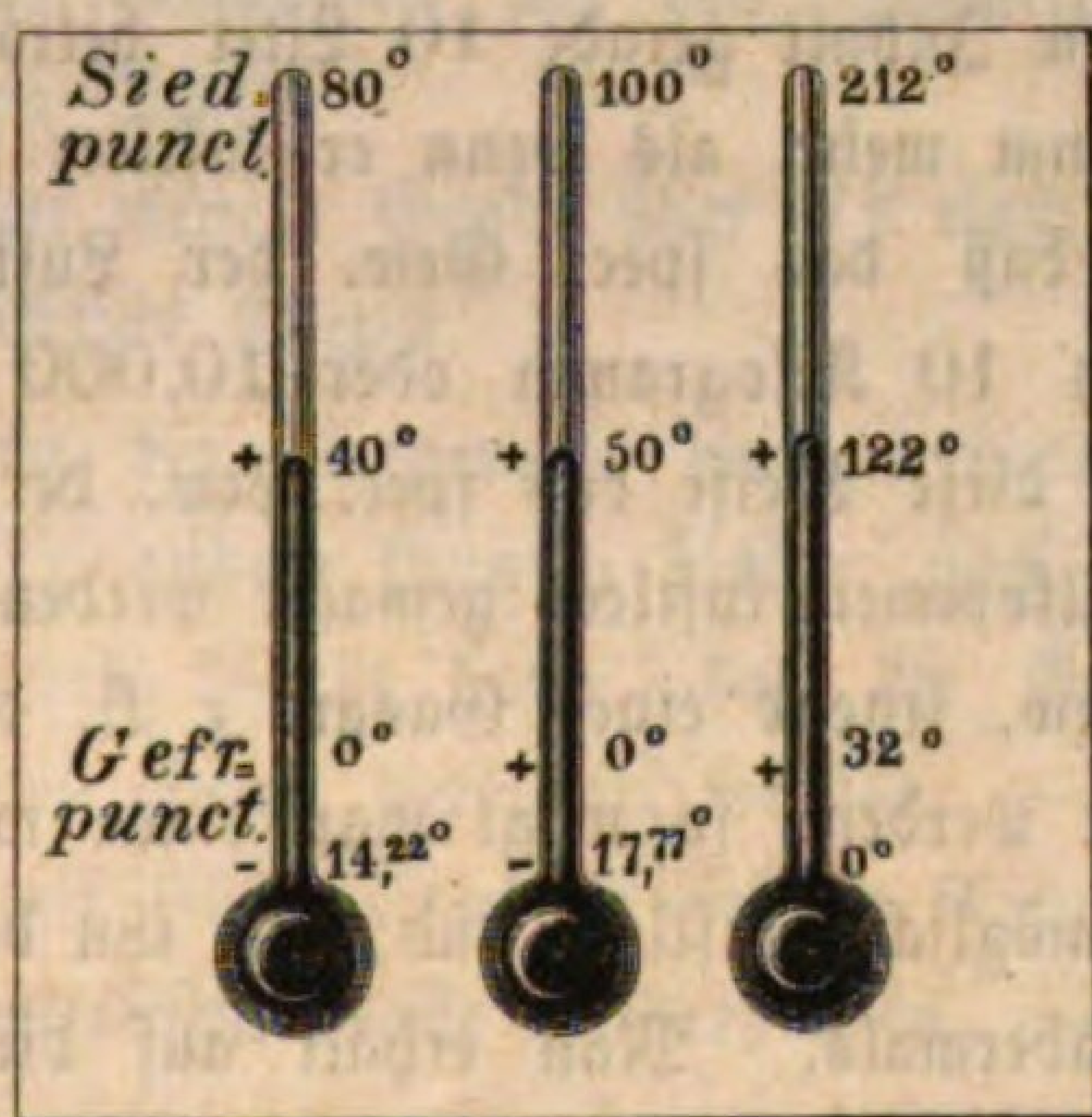
Um das Thermometer zu graduiren, ist die Bestimmung zweier fixen Punkte, des Siedepunktes und des Gefrierpunktes des Wassers und eine Eintheilung des zwischen diesen Punkten liegenden Raumes erforderlich. Der Siedepunkt wird bestimmt, indem man in einem Gefäß mit langem Halse und zwei Seitenöffnungen (zur Entweichung des Dampfes), die Thermometerröhre mit destillirtem Wasser umgiebt und dieses letztere zum Kochen bringt. Der Gefrierpunkt wird bestimmt, indem man die Thermometerkugel in ein Gefäß mit Eis hineinsteckt und alsdann die beiden erhaltenen Punkte markirt.

Die Eintheilung in Grade ist verschieden und namentlich sind es drei gebräuchliche Scalen, die von **Reaumür**, **Celsius** und **Fahrenheit**. Nach den beiden ersteren wird der Gefrierpunkt durch 0, der Siedepunkt nach Celsius durch 100, nach Reaumür durch 80 angegeben. Nach Fahrenheit liegt der Gefrierpunkt bei $+32^0$, der Siedepunkt bei 212^0, so daß der zwischen diesen beiden Punkten liegende Raum eine Eintheilung von 180^0 erfährt.

Will man die Grade dieser verschiedenen Eintheilung gegenseitig auf einander reduciren, so geschieht dieses sehr leicht, denn 100^0 C $=$ 80^0 R, folglich 1^0 C $= 0{,}8^0$ R und 1^0 R $= 1{,}25^0$ C, ferner 180^0 F $= 100^0$ C, folglich 1^0 F $= {}^5/_9{}^0$ C und 1^0 C $= {}^9/_5{}^0$ F. Um nun die Celsius'schen Grade in Reaumür'sche zu verwandeln, hat man die gegebene Gradzahl mit 0,8 oder $^4/_5$ zu multipliciren. Umgekehrt multiplicirt man die Zahl der Reaumür'schen Grade mit 1,25 oder mit $^5/_4$. Will man aber die Reduction der Fahrenheit'schen Grade in Celsius'sche verwandeln, so muß man von der gegebenen Gradzahl jedes Mal 32 abziehen und den Rest mit $^5/_9$ multipliciren: n^0 F $= (x - 32)$ $^5/_9{}^0$ C. Umgekehrt muß man mit $^9/_5$ multipliciren und zu dem Producte noch 32 hinzu addiren, denn x^0 C $= (x\ ^9/_5 + 32)^0$ F. Zur vergleichenden Uebersicht mag folgende Tabelle dienen:

Scala nach Celsius.	Scala nach Reaumür.	Scala nach Fahrenheit.
— 20	— 16	— 4
— 10	— 8	+ 14
0	0	32
+ 10	+ 8	50
20	16	68
30	24	86
40	32	104
50	40	122
60	48	140
70	56	158
80	64	176
90	70	194
100	80	212

Figur 18.



Man hat auch Thermometer, welche bis 350⁰ ausreichen, jedoch darf man nicht weiter gehen, da man sonst dem Siedepunkt des Quecksilbers zu nahe kommt. Unter 0⁰ kann man sich bis zu — 30⁰ auf die Angaben verlassen, da man dem Gefrierpunkte des Quecksilbers (— 40⁰) noch nicht zu nahe kommt. Bei solchen niedrigen Kältegraden bedient man sich jedoch immer besser eines Weingeist=Thermometers d. h. einer mit gefärbtem Weingeist von 0,83 bis 0,85 Dichte gefüllten einfachen Glasröhre.

Ausdehnung gasförmiger Körper. Die gasförmigen Körper werden durch die Wärme am stärksten ausgedehnt, weil von der Wirksamkeit der Cohäsionskraft unter ihren Theilchen gar keine Rede mehr sein kann, sondern vielmehr eine Abstoßung sich unter ihnen geltend macht. — Die genauesten Versuche haben gelehrt, daß alle permanenten Gase bei gleichem Luftdruck und bei

einer gleichen Anzahl von Temparaturgraden sich auf gleiche Weise ausdehnen, und daß diese Ausdehnung, so lange die Gase dem Tropfbar-flüssig-werden nicht zu nahe sind, mit der Wärmezunahme im gleichen Verhältniß steht. Demnach hat auf die Dichtigkeit der Gase die Wärme einen sehr bedeutenden Einfluß, so daß man ohne Berücksichtigung der Temperatur nicht einmal annähernd wichtige Resultate erhält. Bei festen und flüssigen Körpern hingegen ist die Einwirkung der Temperatur auf die Dichtigkeit innerhalb gewisser Grenzen von nicht sehr wesentlichem Einfluß. — Um das spec. Gew. der Luft, sowie der Gase, zu bestimmen, wendet man unter Berücksichtigung der Temperatur und des Drucks einen Glasballon von bestimmtem Inhalt an, welcher mit einer Fassung versehen ist, und auf den Teller einer Luftpumpe aufgeschraubt werden kann. Die Fassung eines solchen Ballons findet man am besten dadurch, daß man genau das Gewicht des Wassers ausmittelt, welches er faßt. Der Ballon wird dann mit trockner Luft gefüllt, gewogen, mittelst der Luftpumpe luftleer gemacht und hierauf wieder gewogen; oder umgekehrt der Ballon wird erst luftleer gemacht, gewogen, hierauf mit trockner Luft gefüllt und abermals gewogen. Gesetzt ein solcher Ballon, dessen Inhalt gerade 10 Liter beträgt, wiege mit trockner Luft gefüllt 12,99 Gramm mehr, als wenn er luftleer gemacht worden ist, so würde daraus folgen, daß das spec. Gew. der Luft 0,001299 ist; denn 10 Liter Wasser wiegen 10 Kilogramm oder 10,000 Gramm. Streng genommen findet man auf diese Weise das spec. Gew. der Luft etwas zu gering, da der Ballon nicht vollkommen luftleer gemacht werden kann.

Soll das spec. Gew. irgend einer Gasart z. B. des Sauerstoffgases oder Wasserstoffgases bestimmt werden, so wägt man einen mit trockner Luft gefüllten Ballon, macht ihn möglichst luftleer und füllt ihn dann mit den betreffenden Gasen und wägt ihn abermals. Man erhält auf diese Weise die Gewichte gleicher Volumina atmosphärischer Luft und des zu bestimmenden Gases und durch das Verhältniß derselben das spec. Gew. des letzteren, wenn das der atmosphärischen Luft = 1 angenommen wird.

Einfluß der Wärme auf den Aggregatzustand der Körper. Die Aggregate der Materie treten, wie uns bekannt ist, in festen, flüssigen und gasförmigen Formen auf, welche durch die Wärme verändert werden können. Wird aber der Aggregatzustand geändert, so zeigt sich dabei stets eine Aenderung im Wärmezustande des Körpers. Es verschwindet bei dem Uebergange eines Körpers in den festen Zustand eine gewisse Wärmemenge, welche dazu nöthig ist, um diese Veränderung des Aggregatzustandes zu bewirken und zu unterhalten. Sie ist gleichsam unbemerkbar und verborgen und wird daher **latente** genannt. Sie wird beim Wechsel des Aggregatzustandes gebunden und entweicht, wenn dieser wieder in den frühern Zustand zurückgeführt wird. So ist z. B. eine bedeutende Menge Wärme nöthig, um Eis oder Schnee von 0°

in Wasser von 0° zu verwandeln und diese erforderlich gewesene gefundene Wärme ist für das Gefühl und für das Thermometer gleichsam verschwunden.

Geht ein fester Körper in einen flüssigen Zustand über, so nennt man diese Veränderung Schmelzung; jedoch können auch feste Körper durch Verdunstung in den flüssigen übergehen. Der Uebergang aus dem flüssigen in den festen Aggregatzustand heißt Erstarrung und der des gasförmigen in den flüssigen, Condensation oder Verdichtung.

Jeder feste Körper hat seinen bestimmten Schmelzpunkt, jede Flüssigkeit ihren bestimmten Erstarrungspunkt, sowie ihren Siedepunkt, und jede Gasart ihren bestimmten Verdichtungspunkt, wenn auch dieser letztere noch bei manchen Gasen noch nicht ermittelt worden ist.

So schmilzt z. B. Gußeisen bei 1200°, gehämmertes englisches Gußeisen bei 1600°, Gold bei 1250°, Kupfer bei 1091°, Silber bei 1000°, Phosphor bei 45°, Schwefel bei 109°, Blei 334° u. s. w.

Beim Erstarren der flüssigen Körper wird latente Wärme frei. Im Allgemeinen fällt der Erstarrungspunkt mit dem Schmelzpunkt zusammen, jedoch finden auch Abweichungen Statt.

Körper, welche schon wenige Grade über 0° elastisch-flüssig werden, nennt man im Allgemeinen flüchtige Körper.

Durch Verminderung der Temperatur werden viele Gase zu Flüssigkeiten verdichtet (coërcible Gase), andere konnten bisher noch nicht verdichtet werden. Das gewöhnliche Verfahren besteht darin, daß die Gase in einer gebogenen Röhre durch ihren eigenen Druck verdichtet werden. — Thilorier gelang es zuerst, die Kohlensäure mit Hülfe eines sinnreichen Apparats zu einer Flüssigkeit und sogar zu einer schneeweißen Masse zu verdichten. — Von der Condensation der Dämpfe siehe weiter unten.

Vom Sieden und Verdunsten. Wird in einem Gefäße eine Flüssigkeit z. B. Wasser erhitzt, so bilden sich im Anfange Luftbläschen, welche entweichen. Bei gesteigerter Temperatur aber bilden sich am Boden des Gefäßes größere Bläschen, durch deren Zusammenziehen und Verschwinden das eigenthümliche Zischen und Singen entsteht, steigt aber die Temperatur noch höher; so steigen auch die Blasen, welche Dampf sind, höher und es entsteht eine wallende Bewegung in der Flüssigkeit, die wir das Sieden nennen. Am besten kann man diese Erscheinung in einem Glasgefäße beobachten. — Der Siedepunkt einer Flüssigkeit ist von verschiedenen Einflüssen abhängig, namentlich vom Luftdruck. Eine Flüssigkeit wird um so schwerer ins Sieden gerathen, je beträchtlicher der Luftdruck ist. Auf hohen Bergen, wo der Luftdruck geringer ist, als am Spiegel des Meeres, wird Wasser bei niedrigerer Temperatur sieden, als in der letzteren Region. So z. B. auf dem Montblanc schon bei 84° C, während am Spiegel des Meeres reines Wasser erst bei 100° kocht.

Figur 18 B.



Vermehrt man den Druck, welcher auf eine Flüssigkeit ausgeübt wird, so wird das Kochen verzögert und dieses bei ausreichendem Druck sogar ganz verhindert. Solches geschieht z. B. mit Hülfe des Papin'schen Topfs. Ein solcher Apparat (siehe Figur 18 B) besteht aus starkem Kupfer, mit Sicherheitsventil verschlossen, welches mit bedeutendem Gewicht belastet werden muß. In diesem Apparate kann man sehr hohe Temperaturen des Wassers hervorbringen, weil das Kochen durch den sich fortwährend bildenden Dampf, welcher einen bedeutenden Druck ausübt, verhindert wird; denn die stets zuströmende Wärme geht in das Wasser ein, während beim Kochen an der freien Luft immer ein Theil derselben als latente Wärme von dem sich bildenden Dampf absorbirt wird; beim Oeffnen des Apparats strömt der Dampf mit großer Heftigkeit aus und die Temperatur sinkt um ein Beträchtliches, weil nun eine beträchtliche Menge Wärme von dem sich bildenden Dampf gebunden wird.

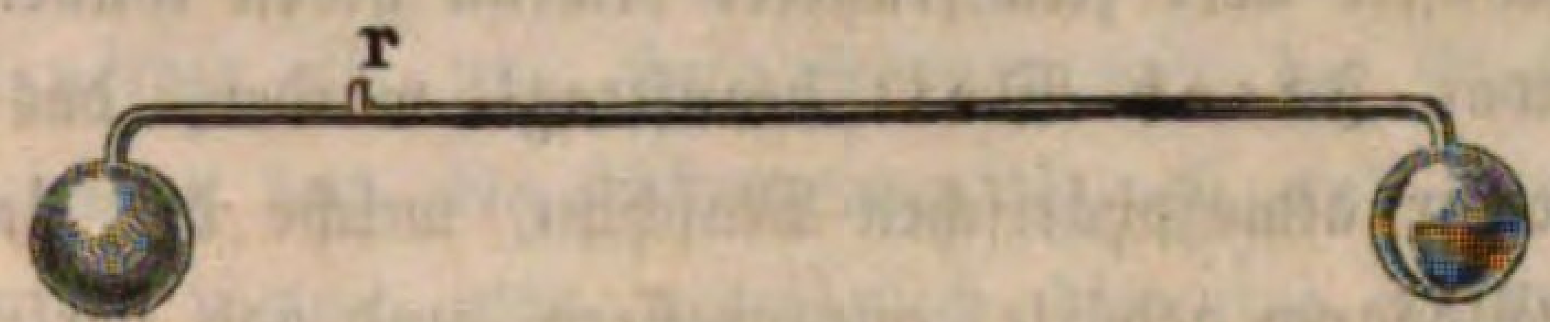
Außer dem Druck hat auch die Flüssigkeitssäule einen Einfluß auf die Theilchen dieser Flüssigkeit, denn die in derselben aufsteigenden Blasen haben auch den Druck der Flüssigkeit, welcher sich über ihr befindet, zu besiegen, um emporsteigen zu können. — In der Flüssigkeit befindliche fremde Substanzen üben auf den Siedepunkt einen wesentlichen Einfluß aus. In Wasser lösliche Salze erhöhen den Siedepunkt desselben. Eine wesentliche Bedingung für das Kochen und namentlich für die Schnelligkeit desselben ist die, daß in einer gegebenen Zeit hinreichende Wärme zuströmt, um die Flüssigkeit auf dem Siedepunkt zu erhalten. Diese Zuströmung von Wärme steht zu der durch die Dampfbildung absorbirten latenten Wärme im Verhältniß. Da nun aber, wenn einmal die Flüssigkeit im Sieden begriffen ist, die Temperatur dieselbe bleibt, wenn für die Dampfbildung hinreichende Wärme zugeführt wird, so wird ein heftigeres Feuer, mit welcher Lebhaftigkeit man es auch anwenden mag, die Flüssigkeit es nicht heißer machen.

Merkwürdig ist die Erscheinung, daß manche Flüssigkeiten selbst bei Berührung mit glühenden Metallflächen nicht ins Kochen gerathen, was in der abstoßenden Kraft der strahlenden Wärme seinen Grund hat (die Erscheinung des sogenannten Leidenfrost'schen Tropfens). Hiervon kann man sich leicht überzeugen, wenn man auf glühendes Eisen einen Tropfen Wasser fallen läßt. Ja die strahlende Wärme wirkt so bedeutend, daß man in ein weißglühendes Metallbad einen Finger hineintauchen kann, ohne daß derselbe irgendwie verletzt wird.

Während das Kochen darin besteht, daß sich auch im Innern der Flüssigkeit Dampf bildet, nennt man die Bildung des Dampfes an der freien Ober-

fläche Verdunstung. Bei jeder Temperatur erfolgt eine solche Bildung von Dampf an der Oberfläche der Flüsse. So schwach die Kraft dieses Dampfes auch ist, so ist er dennoch in der atmosphärischen Luft verbreitet und mischt sich sehr leicht mit derselben. Ist die Luft in heftiger Bewegung begriffen, so geht die Verdunstung weit rascher vorwärts, als bei einer ruhigen Atmosphäre. Die Verdunstung hängt aber nicht allein von der Bewegung der Luft ab, sondern auch von der Spannung des sich entwickelnden Dampfes und der des bereits in der Luft vorhandenen und endlich unter übrigens gleichen Umständen vorzugsweise von der Größe der Oberfläche der Flüssigkeit. Durch die eigene Verdunstung kann man das Wasser zum Gefrieren bringen. Wollastons Kryophor (siehe Fig. 19) mit 2 Glaskugeln, welche durch eine Röhre zusammen verbunden sind, eignet sich sehr gut dazu.

Figur 19.



Die beim Sieden und Verdunsten entstandenen Dämpfe dehnen sich aus, sobald sie erwärmt werden und nicht mehr mit der Flüssigkeit in Verbindung stehen; sie sind demselben Gesetze unterworfen, welchem die permanenten Gase folgen, d. h. sie dehnen sich bei gleichem Luftdruck und gleicher Temperatur gleichviel aus. Ist aber noch Flüssigkeit vorhanden, mit der sie sich in Berührung befinden, so bildet sich bei fortgesetztem Erhitzen immer neuer Dampf, welcher die Elasticität vermehrt, wozu außer der Wärme, namentlich die nun eintretende größere Dichte beiträgt, während bei verminderter Temperatur auch die Elasticität geringer wird und sich der Dampf theilweise tropfbar-flüssig absetzt. Das Streben des Dampfes, sich auszudehnen, ist so groß, daß die kleinste Menge in einem geschlossenen leeren Raume diesen nach allen Richtungen auszufüllen sucht und auf sämmtliche Theile der Wände einen gleichförmigen, mehr oder weniger bedeutenden Druck ausübt, welcher von dem Grade der Spannung des Dampfes abhängt (Spannkraft des Dampfes).

Die Dämpfe werden durch Druck und Verminderung der Temperatur vermittelst Erkaltung verdichtet. Sowohl auf der Expansivkraft des Dampfes als auch auf der Eigenschaft gesättigter Dämpfe durch Abkühlung verdichtet zu werden, beruht die Anwendung des gespannten Wasserdampfes als bewegende Kraft der Dampfmaschine.

Die Idee, den Wasserdampf zu diesem Zwecke zu benutzen, ist schon sehr alt, denn schon Hero in Alexandrien construirte einen Apparat, welcher durch die Rotation des ausströmenden Wasserdampfes in rotirende Bewegung gesetzt wurde. Papin construirte im Jahre 1687 einen Apparat, welcher gewissermaßen die erste Kolbenmaschine genannt werden kann, und dessen Spiel aus Figur 20

Figur 20.



hervorgeht. Befindet sich der Kolben p unten, so wird er durch die entwickelten Wasserdämpfe in die Höhe getrieben, sobald man die Kugel a erwärmt; ist er oben angekommen und man taucht die Röhre h in Wasser, so wird er niederfallen. Die erste praktisch angewandte Dampfmaschine construirte Savery im Jahre 1688, aber schon früher hat Salomon de Caus in einem zu Frankfurt im Jahre 1680 erschienenen Werke gezeigt, daß man durch den Druck der Dämpfe Wasser über sein früheres Niveau heben könne. 1763 war Jacob Watt beauftragt worden, das Modell einer atmosphärischen Maschine, welche der Universität Glasgow gehörte, auszubessern, und gab derselben die Einrichtung, welche dieselbe noch gegenwärtig hat. Die erste atmosphärische Dampfmaschine wurde im Jahre 1705 von Newkomen construirt. Man unterscheidet Maschinen von niedrigem und hohem Druck, je nachdem die Spannkraft der Dämpfe den Druck der Atmosphäre mehre oder wenige Male übertrifft. Bei den Maschinen mit hohem Druck kann der Condensator ganz wegfallen, da hier die Dämpfe den Gegendruck der Atmosphäre leicht zu überwinden vermögen. — Man drückt die Wirkung einer Dampfmaschine gewöhnlich nach Pferdekräften aus, wobei man unter der Kraft eines Pferdes eine Kraft versteht, welche in der Secunde 100 Pfund 5 Fuß zu heben im Stande ist.

Mischung der Gase untereinander und mit Dämpfen.

Gießt man zwei verschiedene Flüssigkeiten, welche keine chemische Verwandtschaft zu einander haben, zusammen in ein Gefäß, so werden sich dieselben nach ihrem spec. Gew. über einander lagern, die leichtere wird sich über der schwereren befinden. Dies ist aber nicht bei den Gasen und Dämpfen der Fall; denn diese lagern sich nicht über einander nach ihrem Gewichte, sondern sie zeigen ein mächtiges Bestreben, sich mit einander zu vermischen oder diffundiren.

Leitet man zwei verschiedene Gase zusammen, so wird man beobachten, daß sich ein jedes derselben so verbreitet, als ob kein anderes vorhanden wäre. Füllt man z. B. zwei Glasgefäße, welche mit einander in Verbindung stehen, mit verschiedenen Gasarten, das eine mit Wasserstoffgas, das andere mit der bedeutend schwereren Kohlensäure, so wird man sehr bald bemerken, daß die beiden Gase sich vermischen.

Die Dämpfe verhalten sich ebenso; bringt man in einen mit Gas gefüllten Raum eine Flüssigkeit, so bilden sich in diesem Raume ebensoviel Dämpfe, als ob der Raum leer gewesen wäre; die Spannkraft ist folglich der des Gases und der des gesättigten Dampfes gleich.

Wärmecapacität und specifische Wärme. Die Wärmemenge, welche nöthig ist, Körper von verschiedener Natur bei gleichem Gewicht auf eine bestimmte Temperatur zu erheben, ist ungleich, da das Vermögen der Körper, eine gewisse Anzahl Wärmequantitäten aufzunehmen, um zu einer gewissen Temperatur zu gelangen, eine verschiedene ist. Man sagt daher, wenn ein Körper mehr Wärme bedarf, als ein anderer, um mit ihm einen gleichen Temperaturgrad zu erreichen, seine Wärmecapacität ist größer, er macht also mehr Wärme latent. Die Wärmecapacität des Wassers ist 33mal größer als die des Quecksilbers, weil dieses letztere nur den 33. Theil der Wärmemenge braucht, als jenes, um mit demselben auf einen gleichen Temperaturgrad zu kommen. Die Zahl der Wärmeeinheiten, welche nöthig ist, um einen Körper von der Masse 1 um einen Grad zu erhöhen, hängt von der Wärmecapacität ab und wird spec. Wärme genannt. Als Einheit nimmt man gewöhnlich diejenige Wärme an, welche erforderlich ist, um 1 Pfund Wasser von 0^0 auf 1^0 zu bringen, da diese Quantität immer constant ist. Die specifische Wärme multiplicirt man mit dem spec. Gew. desselben, giebt die relative Wärme eines Körpers und demnach giebt die relative Wärme dividirt durch das spec. Gew. auch die specifische Wärme.

Die Calorimetrie (Thermometrie oder Wärmemessung) lehrt die Mittel kennen, Wärmequantitäten zu vergleichen. Man benutzt zu diesem Zwecke bestimmte Instrumente, Calorimeter genannt. Man erhitzt die Körper bis zu einer gegebenen Temperatur und bestimmt die Menge von Eis, welche dadurch geschmolzen wird, oder man erwärmt eine gewogene Menge des zu untersuchenden Körpers bis auf eine bestimmte Temperatur, und taucht dann den Körper in ein Gefäß mit Wasser, dessen Temperatur durch Abkühlung jenes Körpers erhöht wird. Ist die Quantität des Kühlwassers bekannt und ist die Temperaturerhöhung desselben, entstanden durch die Abkühlung des eingetauchten Körpers, ermittelt, so läßt sich die specifische Wärme des letztern berechnen. Auch hat man das Ausstrahlungsvermögen zur Bestimmung der Wärmecapacität gewählt.

II. Licht.

Ist auch die eigentliche Natur des Lichtes nicht bekannt, so sind doch die Eigenschaften und Erscheinungen desselben so mannigfaltig, daß sie ein ausführliches Studium erfordern.

Theorie über das Licht.

Licht ist die Ursache der Helligkeit, eine Empfindung, welche wir durch selbstleuchtende Körper, wie z. B. die Sonne wahrnehmen, indem die Lichtstrahlen direct in unser Auge fallen und auf die in demselben befindliche Nervenhaut einwirken, während die Empfindung der Dunkelheit von einer vollkommenen

Ruhe herrührt. Die Empfindung von Helligkeit kann aber auch hervorgerufen werden, indem an und für sich dunkle Körper durch Zurückwerfung der Lichtstrahlen eines leuchtenden Körpers sichtbar werden und daher sind selbst leuchtende und beleuchtete Körper von einander zu unterscheiden.

Die Erscheinungen, welche sowohl durch selbstleuchtende, als durch beleuchtete Körper hervorgerufen werden, lassen sich nicht mit Bestimmtheit erklären, sondern alle zur Erklärung der Lichterscheinung gemachten Versuche beruhen auf Annahme; namentlich sind zwei solcher Hypothesen herrschend, welcher der theoretischen Ansicht über das Wesen des Lichts und die Erscheinung desselben zum Grunde liegt. Die eine dieser Hypothesen ist unter dem Namen: „Emanationstheorie oder Emissionstheorie", die andere unter dem der Vibrations- oder Undulationstheorie bekannt. Nach der erstern, welche Newton aufstellte, besteht das Licht aus einer äußerst feinen unwägbaren Materie, welche von dem leuchtenden Körper nach allen Richtungen hinausströmt. Nach der andern Theorie entsteht das Licht durch äußerst feine Schwingungen der materiellen Theile des leuchtenden Körpers, und wird durch den Aether eine sehr feine Materie, welche nach dieser Theorie sowohl den Weltraum als auch alle porösen Körper erfüllt, in ähnlicher Weise wie die Schallenwelle durch die Luft fortgepflanzt.

Quellen des Lichts.

Die selbstleuchtenden Körper des Lichts, wie die Sonne, halten den Aether in einer fortwährenden Schwingung; denn von ihr wird uns das Licht mit einer enormen Geschwindigkeit zugeführt. Die Sonne ist aber nicht allein als die Quelle des Lichts anzusehen, sondern es giebt auch noch andere Quellen, die Phosphorescenz, das Glühen der Körper, der chemische Proceß, die Elektricität und der Krystallisationsact, welche von Lichterscheinungen begleitet sind.

Manche Körper haben die Eigenschaft, im Dunkeln kurze Zeit zu leuchten, nachdem sie zuvor dem Sonnenlichte ausgesetzt waren (Phosphorescenz), durch Bestrahlung oder Insolation; solche Körper findet man in der Mineralwelt, weniger selten ist aber das Leuchten verwesender Thiere oder Pflanzen.

Das Licht durch Glühen der Körper nehmen wir am besten wahr, wenn Kalk in einen Strom von Sauerstoffgas und Wasserstoffgas gebracht wird. Außerdem entsteht aber auch bei Verbrennungen ein Leuchten. Der chemische Proceß, welcher einer Verbrennung zu vergleichen ist, ist stets von Lichtentwicklung begleitet, wenn diese auch nicht immer wahrnehmbar ist. Das elektrische Licht wird bei Ausgleichung des gestörten Gleichgewichts der Elektricitäten wahrnehmbar. Die Lichtentwicklung beim Krystallisationsact wurde z. B. wahrgenommen, wenn aus einer Lösung von amorpher arseniger Säure in verdünnter Salzsäure sich Krystalle ausscheiden.

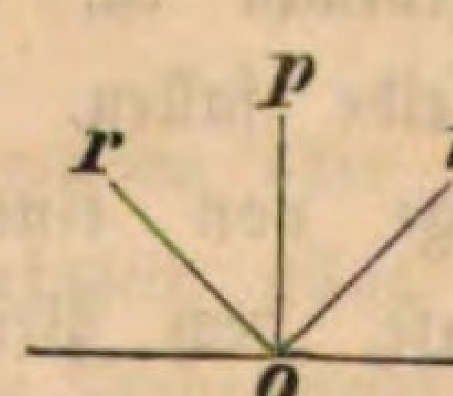
Reflexion des Lichts (Zurückwerfung).

Manche Körper haben die Eigenschaft, wenn sie von Lichtstrahlen getroffen werden, diese zu absorbiren, andere die durchscheinend oder durchsichtig sind, lassen sie durch sich hindurchgehen, wieder andere aber werfen sie zurück, eine Erscheinung, die wir sehr häufig wahrnehmen. Die Zurückwerfung der Lichtstrahlen erfolgt entweder regelmäßig oder unregelmäßig. Läßt man einen Sonnenstrahl in ein dunkles Zimmer auf eine polirte Oberfläche fallen, so beobachtet man in einer bestimmten Richtung einen Strahl, welcher von dem Metallspiegel herzukommen scheint und auf den von ihm getroffenen Gegenständen ein ebenso kleines Sonnenbildchen hervorbringt, wie wenn der direct fallende Strahl die Gegenstände getroffen hätte; solche Strahlen nennt man regelmäßig reflectirte; je besser der Metallspiegel polirt ist, desto intensiver ist das Licht.

Man kann aber von den verschiedenen Orten des dunklen Zimmers den Theil des Spiegels unterscheiden, welcher von dem Lichtstrahl getroffen wird; dies kommt daher, daß von der getroffenen Stelle des Spiegels ein Theil des Lichts unregelmäßig reflectirt, d. h. nach allen Seiten hin zerstreut wird. Bei dieser Erscheinung findet gerade das Entgegengesetzte von jener Statt, d. h. je unvollkommner der Spiegel polirt ist, desto intensiver ist das zerstreute Licht. Die regelmäßig reflectirten Strahlen zeigen uns übrigens keineswegs den reflectirenden Körper, sondern vielmehr das Bild des leuchtenden Punktes, von dem sie ausgehen. Die vollkommensten Reflexionen geben Metallspiegel, besonders von Platina, so wie auch Legirungen von Kupfer, Silber und Zinn.

Zur nähern Bestimmung der regelmäßig reflectirten Strahlen mag erwähnt werden, daß der Reflexionswinkel dem Einfallswinkel gleich ist. Gesetzt, der einfallende Strahl sei (siehe Figur 21) no und po ein auf der Ebene des Metallspiegels errichtetes Perpendikel, so wird der Strahl in einer solchen Richtung or gespiegelt, daß der Reflexionsspiegel rop dem Einfallswinkel nop gleich ist, also macht der Strahl vor und nach der Spiegelung denselben Winkel mit dem Einfallslothe.

Figur 21.



Brechung des Lichts.

Geht das Licht aus einem Mittel in ein anderes z. B. aus Licht in Wasser über, so tritt nur ein Theil des auffallenden Lichtes in das neue Mittel ein. Ein anderer Theil wird reflectirt und ein dritter absorbirt. Die in das zweite Mittel eintretenden Strahlen erleiden aber eine Ablenkung, welche von der Dichtigkeit der Mittel abhängt. Ist der zweite Körper dichter, als der erste, so kommt die Lichtbrechung mehr dem Lichte nahe, ist er aber weniger dichter als der erste, so geschieht die Brechnung mehr von dem Lothe abwärts. Fällt ein durch die Luft gehender Strahl schief auf eine Glasglocke, so wird er nach dem

lothrechten zu gebrochen. Tritt er aber wieder aus dem Glase in die Luft, so wird seine Richtung abgeändert. Der Einfallswinkel ist wie bei der Spiegelung der Winkel, welche der einfallende Strahl mit dem Einfallsloth macht. Die Einfallsebene ist die durch einfallenden Strahl und das Einfallsloth, die Brechungsebene die durch den gebrochenen Strahl und das Einfallsloth gelegte Ebene, also fallen beide Ebenen zusammen.

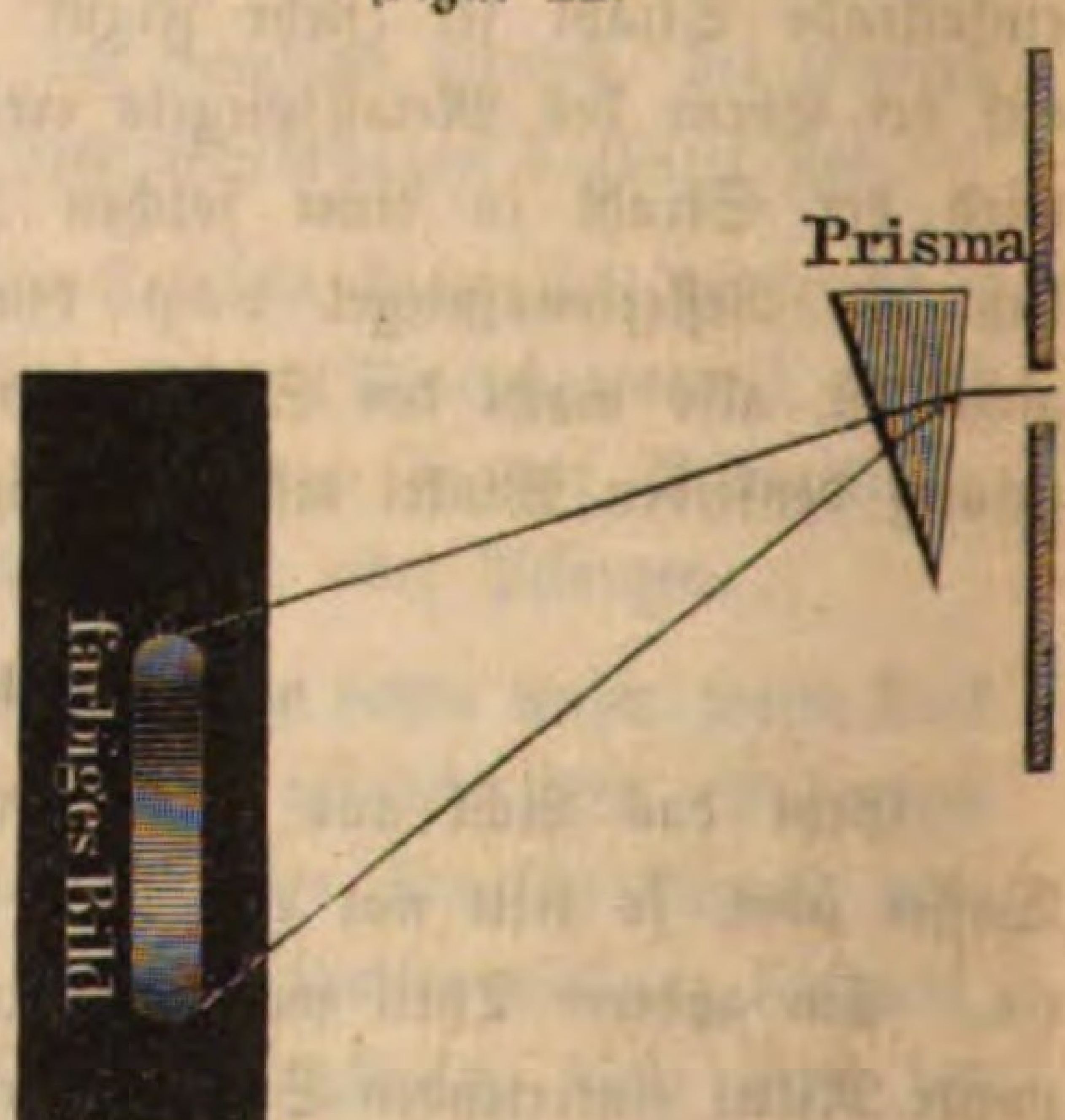
Ein Körper verändert sein Brechungsvermögen nicht, so lange er nicht in den gasförmigen Zustand übergeht. Das Brechungsvermögen eines und desselben Körpers wird schwächer, wenn er aus dem flüssigen in den gasförmigen Zustand übergeführt wird.

In allen unkrystallisirten Körpern ist der gebrochene Strahl einfach, manche krystallisirte aber wie z. B. der Kalkspath, Bergkrystall u. s. w. haben die Eigenschaft, jeden einfallenden Lichtstrahl in zwei gebrochene Strahlen zu zerlegen, von denen der eine der gewöhnlichen Richtung folgt, der andere aber stärker abgelenkt wird, weshalb man von einem ordentlichen und außerordentlichen Strahle spricht, eine Eigenschaft, welche man zum Unterschiede von jener einfachen Brechnung als doppelte Brechnung bezeichnet.

Zerlegung des Lichts.

Das Licht wird durch prismatische Mittel in verschiedene Farben zerlegt, wodurch man ein Farbenbild (Spectrum) erhält, dessen Beschaffenheit von dem Prisma d. h. von seiner Masse und Stellung abhängt. Um sich von dieser Zerlegung resp. von der Zusammensetzung des weißen Lichts zu überzeugen, verfährt man am besten auf folgende Weise. Man läßt vermittelst eines Spiegels, welcher vor der engen Oeffnung der Fensterladen eines dunklen Zimmers angebracht ist, einen Sonnenstrahl in dasselbe fallen, so daß er auf seinem Wege von einem keilförmigen Stück Glase, dem Prisma (siehe Figur 22), aufgefangen wird. Ohne das Prisma würde man auf einer weißen Wand oder auf einem Bogen weißen Papiers ein weißes rundes Sonnenbild wahrnehmen. Da aber der Strahl sowohl bei seinem Eintritt in das Glas, als auch wieder bei seinem Austritt gebrochen wird, so sieht man auf dem Papier einen länglichen Raum mit verschiedenen Farben sich bilden, welche man übrigens schon ohne Sonnenspectrum wahrnimmt, wenn man durch ein Prisma nach einem schmalen Gegenstande hinsieht. Newton beobachtete in diesem Spectrum sieben

Figur 22.



verschiedene Farben, nämlich von oben an gezählt: Violett, Indigo, Blau, Grün, Gelb, Orange, Roth.

Der Sonnenstrahl, welchen man vermittelst des Sonnenspectrums in den dunklen Raum gehen läßt, wird bei seinem Durchgange durch das Prisma in verschiedene Strahlen zerlegt, welche auf eine verschiedene Weise gebrochen werden, d. h. manche werden mehr von ihrer ursprünglichen Richtung abgelenkt, als die übrigen, so werden z. B. die blauen Strahlen mehr abgelenkt als die gelben, die gelben mehr als die rothen und daher sind natürlich die violetten Strahlen stärker brechbar als die rothen.

Nach Brewster hat man nur drei Hauptfarben, nämlich Blau, Gelb, Roth anzunehmen, durch deren Vermischung die übrigen entstehen. Wir erblicken an jeder Stelle des Spectrums ein wenig weißes Licht, und auch etwas von jeder dieser drei Hauptfarben; an einer solchen Stelle herrscht immer eine von den drei Farben vor. Vergleicht man die Reihenfolge der sieben Farben und die Lage der rothen, gelben und blauen Strahlen im Spectrum mit einander, so möchten in der That wohl nur drei Grundfarben anzunehmen sein, und die orangefarbenen und violetten im Grunde genommen blaue Farben empfangen ihre Nüancen durch die rothen und gelben. Als wesentliche Eigenschaft der prismatischen Farben ist zu erwähnen, daß eine jede Farbe des Spectrums als einfach betrachtet werden muß, d. h. sich nicht weiter zerlegen läßt, wovon man sich leicht überzeugen kann, wenn man ein Spectrum auf einer Wand auffängt und auf einer bestimmten Stelle ein Loch macht; es wird ein einfacher Strahl hindurchgehen, welcher von Neuem sich durch ein Prisma nicht zerlegen läßt. Aus den einfachen Strahlen des Spectrums läßt sich wieder ein weißes Bild bilden, wenn man die Strahlen von verschiedener Farbe durch eine Linse sammelt und das Sonnenbild auf einem Schirm von Papier auffängt. Das Licht wird alsdann blendendweiß erscheinen.

Von den prismatischen Farben sind die sogenannten subjectiven oder physiologen Farben zu unterscheiden, welche unsere Augen wahrnehmen, ohne daß sie unmittelbar durch äußere Objecte hervorgebracht sind. Solche Farbeneindrücke, die als farbige Nachbilder bezeichnet werden können, haben in einem eigenthümlich gereizten Zustande der Netzhaut unseres Gesichtsorgans ihren Grund. Derartige Farbeneindrücke empfinden wir z. B. wenn wir eine Zeit lang ein Kerzenlicht recht scharf fixiren und dann die geschlossenen Augen nach einer dunklen Stelle des Zimmers hinwenden. Außerdem sind auch die eigenthümlichen oder natürlichen Farben zu erwähnen, welche den in der Natur vorkommenden Körpern eigen sind. Ihre Verschiedenheit ist in der verschiedenen Anordnung der Körpertheilchen und durch das ihnen eigenthümliche verschiedene Absorptionsvermögen für die auf sie fallenden Lichtstrahlen bedingt.

Achromatismus. Wenn in einer optischen Kammer die durch eine kleine Oeffnung einfallenden Sonnenstrahlen durch ein Prisma hindurchgehen,

so hängt der Winkel, von welchem das Sonnenbild von seiner frühern Stelle fortgerückt wird, von dem Brechungsvermögen, die Ausdehnung aber, welche dasselbe in der Länge erfährt, von dem Zerstreuungsvermögen des Prismas ab.

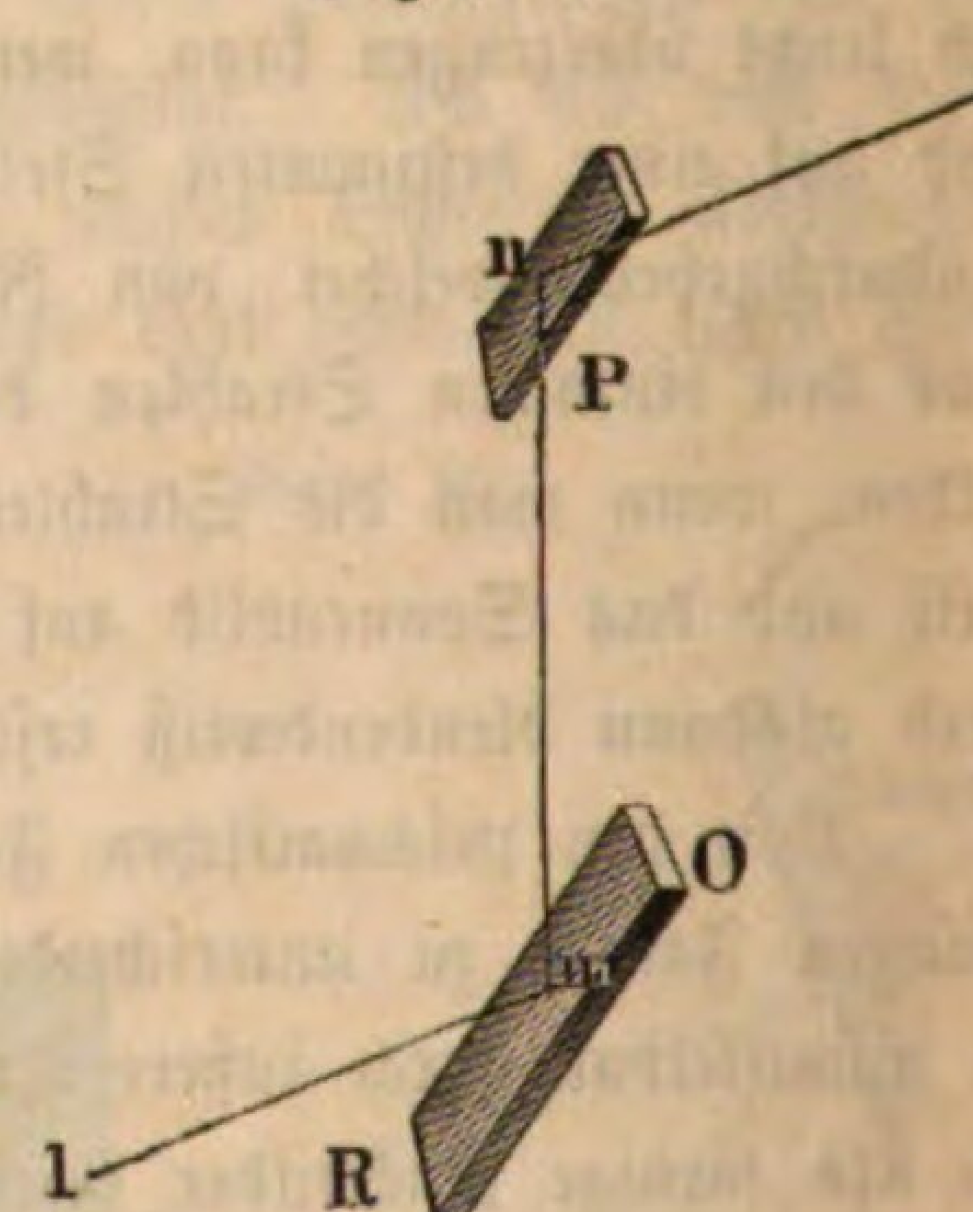
Vergleicht man verschiedene durchsichtige Substanzen mit einander, so findet man ein ungleiches Verhältniß zwischen dem Brechungs- und Zerstreuungsvermögen, so bricht z. B. das Flintglas (bleihaltiges Glas) das Licht nur wenig stärker als Kron- oder Spiegelglas, während es die Farben in weit größerm Verhältniß zerstreut, als dieses. Ein Prisma, welches das Licht bricht, ohne die farbigen Strahlen zu zerstreuen, wird ein achromatisches genannt. Achromatische Linsen sind solche, für welche die Brennpunkte der verschiedenfarbigen Strahlen genau zusammenfallen.

Interferenzerscheinung. — Beugung des Lichts.

Geht ein Lichtstrahl nahe an den Kanten eines Körpers vorüber oder durch eine kleine Oeffnung, so entstehen durch Interferenz der gebeugten Strahlen farbige und bei Anwendung von gleichartigem Licht hellere oder dunkle Streifen der Ringe. Es erfolgt eine Ablenkung des Lichtstrahls von der geraden Linie.

Polarisation des Lichts.

Figur 23.

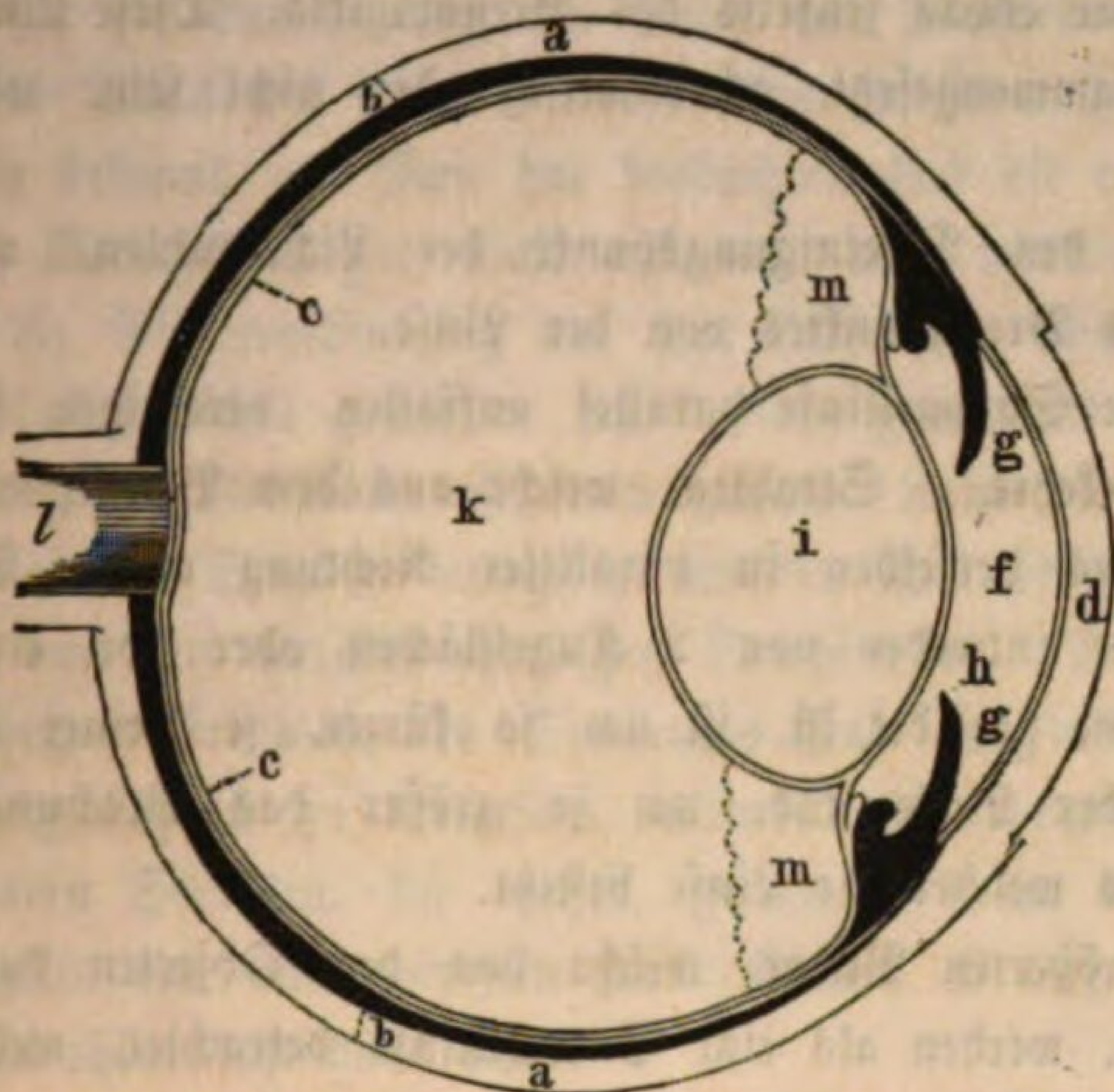


Diejenigen Lichtstrahlen, welche nach gewissen Richtungen nicht ein und dasselbe Verhalten zeigen, nennt man polarisirte Strahlen. Läßt man einen gewöhnlichen Lichtstrahl lm (siehe Figur 23) unter einem Winkel von ungefähr 35° auf eine abgeschliffene Glasplatte RO fallen, so wird derselbe in der Richtung lmn reflectirt. Fällt dieser reflectirte Strahl auf eine zweite Glasplatte P, so nimmt derselbe die Richtung nq. Dreht man nun die zweite Glasplatte um eine Achse, die mit dem Strahle mn zusammenfällt, so sind die beiden Spiegel nicht mehr parallel, während der Winkel, den der Strahl mn mit der zweiten Platte macht, derselbe bleibt. Bei einem Winkel von 90° wird der Strahl nicht mehr reflectirt, dreht man nun noch weiter, so kommt die Reflexion wieder zum Vorschein, bis sie bei 180° wieder so groß ist, wie bei 0°, wo die Reflexionsebene mit der Platte parallel ist; bei 270° wird kein Licht mehr reflectirt. Sind die Reflexionsebenen beider Platten parallel, so wird der Strahl mn von der zweiten Platte zurückgeworfen. Kreuzen sich die Ebenen aber, so wird er durchgelassen. Zu einem kleinen Apparate genügen 2 Turmalinplatten, besonders geeignet ist aber Nörremberg's Polarisationsapparat.

Das Auge und optische Instrumente.

Die Empfindung des Lichts und der Farbe rührt von der Affection besonderer Nerven her, deren feine Enden sich auf einer Nervenhaut ausbreiten. Jeder Reiz dieser Nervenhaut (Netzhaut) [siehe Figur 24] bringt die Empfindungen von Helligkeit, von Licht hervor; ganz vorzüglich wird dieser Reiz

Figur 24.



a. harte Haut.
b. Aderhaut.
c. Netzhaut.
d. Hornhaut.
f. wässerige Feuchtigkeit.
g. Regenbogenhaut.
h. Pupille oder Sehloch.
i. Krystalllinse.
k. Glaskörper.
l. Sehnerv.
m. Strahlenkörper.

Senkrechter Durchschnitt des menschlichen Auges.

durch die Lichtstrahlen hervorgebracht, welche die Körper der Außenwelt durch das Auge auf die Netzhaut senden, wenn auch andere Ursachen mitwirken.

Bei den Thierklassen, bei denen ein eigentliches Sehen stattfindet, unterscheidet man musivisch zusammengesetzte Augen der Insekten und Krustaceen, und zweitens die mit Sammellinsen versehenen Augen der Wirbelthiere. Bei den ersteren steht auf der convexen Nervenhaut ein Kegel rechtwinklig auf, und nur diejenigen Strahlen können die Basis eines solches Kegels auf die Nervenhaut erreichen, die in der Richtung der Achse dieses Kegels einfallen. Bei den einfachen Augen mit Sammellinsen entsteht das Bild auf dieselbe Weise wie die Sammelbilder der gewöhnlichen Linsen, die von einem Punkte des Gegenstandes ausgehenden Strahlen, welche die Vorderflächen des Auges treffen, werden nämlich durch die durchsichtigen Medien des Auges nach einem Punkte der Netzhaut hin gebrochen.

Die Loupe oder das einfache Mikroskop. Die scheinbare Größe eines Gegenstandes hängt von der Größe des Sehwinkels ab, unter welchem er erscheint; der Sehwinkel wird aber um so größer, je mehr der Gegenstand dem Auge genähert wird. Aber wir können uns nur bis zu einer gewissen Grenze der Weite des deutlichen Sehens dem unbewaffneten Auge nähern, wenn noch eine scharfe Unterscheidung der Grenzen und der einzelnen Theile möglich sein

soll, und dadurch ist auch einer weitern Vergrößerung des Sehwinkels eine Grenze gesetzt. Ein jedes Instrument, welches eine weitere Vergrößerung für den Sehwinkel kleiner näherer Gegenstände möglich macht, als es beim unbewaffneten Auge der Fall ist, wird ein Mikroskop genannt. Das zusammengesetzte Mikroskop beruht auf folgenden Principien. Die Gegenstände, welche man dem Versuch unterwerfen will, befinden sich nahe bei einer Sammellinse von kurzer Brennweite und zwar etwas jenseits des Brennpunkts. Diese Linse, sie mag nun einfach oder zusammengesetzt, achromatisch oder nicht sein, wird die Objectivlinse genannt.

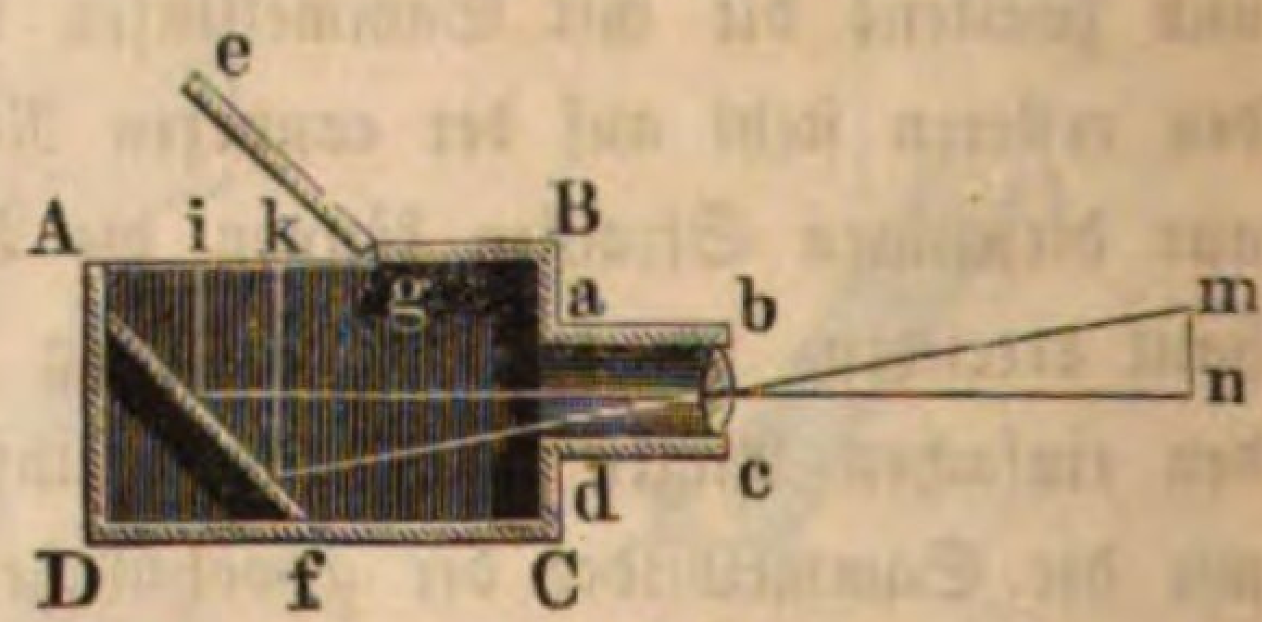
Brennpunkt nennt man den Vereinigungspunkt der Lichtstrahlen, und Brennweite ist der Abstand des Brennpunktes von der Linse.

Strahlen, welche auf eine Sammellinse parallel auffallen, vereinigen sich in dem Brennpunkte und umgekehrt. Strahlen, welche aus dem Brennpunkte auf die Linse fallen, treten aus derselben in paralleler Richtung aus. Die Brennweite einer Linse, welche entweder von 2 Kugelflächen oder von einer Kugelfläche und von einer Ebene gebildet ist, ist um so kürzer, je kleiner die beiden Krümmungshalbmesser der Linse sind, um je größer das Brechungsvermögen der Substanz ist, aus welcher die Linse besteht.

Die wirklichen und vergrößerten Bilder, welche von den Objecten durch das Objectiv entworfen werden, werden als eine Sammellinse betrachtet, welche als Loupe dient. Diese zweite Linse, welche ebenfalls einfach oder zusammengesetzt achromatisch oder nicht achromatisch sein kann, wird das Ocularglas oder das Ocular des Mikroskops genannt.

Camera obscura (siehe Figur 25) besteht im Wesentlichen aus einer Sammellinse von etwas großer Brennweite, durch welche ein Bild entfernter Gegenstände entworfen wird. Um den Effect dieses Bildes möglichst zu heben, muß von der Fläche, auf welcher es aufgefangen wird, alles seitliche, nicht hierher gehörige Licht sorgfältig ausgeschlossen werden, d. h. es muß in einer dunklen Kammer aufgefangen werden.

Figur 25.



Eine solche dunkle Kammer stellt einen Kasten ABCD dar, an dem sich ein Hals abcd befindet, in welchem eine Sammellinse angebracht ist. Die durch diese Linse in den dunklen Kasten eindringenden Strahlen mn werden durch einen in einem Winkel von 45° gegen die Achse der Linse geneigten ebenen Spiegel nach oben reflectirt, so daß das Bild eines entfernten Gegenstandes bei ik auf einer mattgeschliffenen Glasplatte f aufgefangen werden kann. Der Deckel ge dient, um das fremde Licht von dem Bilde möglichst abzuhalten. Ist die mattgeschliffene Seite des Glases nach oben gekehrt, so kann man auf demselben

mit Bleistift die Umrisse des in ik entstehenden Bildes nachfahren und so eine naturgetreue Zeichnung der Gegenstände erhalten.

Chemischer Einfluß des Lichts. Wie wesentlich der Einfluß des Lichts, namentlich des Sonnenlichts, auf die chemische Thätigkeit in der Körperwelt ist, nehmen wir täglich an den Pflanzen wahr; aber auch für manche chemische Verbindungen ist der Einfluß des Lichts von bedeutendem Einfluß, so z. B. für die Vereinigung von Chlor mit Wasserstoffgas. Ferner ist der Einfluß des Lichts auf Chlor-, Brom- und Jodsilber hinreichend durch die Photographie bekannt. — Man hat beobachtet, daß die rothen und gelben Strahlen, welche Bromsilber gar nicht afficiren, eine merkliche Wirkung hervorbringen, wenn die Silberverbindung nur sehr kurze Zeit unter dem Einfluß des weißen oder blauen Lichts gestanden hat. Rein gelbe und grüne Gläser machen ihre Wirkung auf Jodsilber erst dann geltend, wenn dieses längere Zeit den blauen und violetten Strahlen ausgesetzt worden ist. Demnach hängt die Wirkung des Lichts von den verschiedenfarbigen Strahlen ab. Violette, blaue, überhaupt die brechbarsten Strahlen des Spectrums sind als mit der kräftigsten, chemischen Wirkung begabt, zu betrachten, während die chemische Thätigkeit der weniger brechbaren Strahlen, die rothen, gelben u. s. w. eine untergeordnete chemische Thätigkeit, eine untergeordnete Rolle, spielen, so daß man jene ersteren als chemische Strahlen bezeichnen kann.

III. Elektricität.

Das eigentliche Wesen der Elektricität ist nicht bekannt, sondern wir kennen nur ihre Wirkungen. Die Benennung Elektricität ist von dem griechischen Wort ἤλεκτρον für „Bernstein“ hergenommen, weil man an diesem Körper zuerst wahrnahm, daß ihm durch Reibung die merkwürdige Eigenschaft ertheilt wird, leichte Körperchen wie z. B. Papierschnitzelchen, Federn u. s. w. anzuziehen. Will man den Begriff „Elektricität“ weiter ausdehnen, so kann man immer nur sich dahin aussprechen, daß der Ausdruck die unbekannte Ursache einer Reihe von Erscheinungen bezeichnet, die durch einen eigenthümlichen Zustand, welchen die Körper unter gewissen Bedingungen annehmen, hervorgerufen werden und dieser eigenthümliche Zustand wurde zuerst, wie erwähnt, dadurch erkannt, daß durch Reibung manchen Körpern die Eigenschaft ertheilt werden könnte, specifisch leichte und namentlich leicht bewegliche Körper anzuziehen und nach der Berührung meistens wieder abzustoßen. Reibung ist zwar als die erste Quelle des elektrischen Zustandes der Körper zu betrachten, aber nicht die alleinige, sondern man kann zu dem mannichfachen Erregungsmittel der Elektricität, namentlich auch die Berührung, Wärme, den chemischen Proceß und Magnetismus zählen.

Elektrische Theorie. Franklin dachte sich unter Elektricität ein ätherisches Fluidum, welches dann bemerkbar wird, wenn es in einem Körper in größerer Menge vorhanden ist als in einem andern ihn umgebenden, und ein

Streben nach Gleichgewicht eintritt. Franklin nannte daher die Körper, in denen Ueberschuß von Elektricität, d. h. mehr als ihrem natürlichen Zustande zukommt, vorhanden ist, positiv-elektrische, während er die, welche der ihnen gehörigen Elektricität ermangeln, als negativ-elektrische, bezeichnete. Die positive Elektricität hat man auch Glas-Elektricität genannt, weil man annahm, daß dem Glase durch Reibung ein Ueberschuß von Elektricität ertheilt werde. Negative Elektricität ist mit Harz-Elektricität gleichbedeutend, da nach Franklin die Harze beim Reiben ihre Elektricität verlieren. Die hiervon herrührenden Benennungen, positive und negative Elektricität (+ E und — E) haben sich bis auf den heutigen Tag erhalten. Robert Symmer machte die Beobachtung, daß zwei elektrische Fluida anzunehmen seien, indem man bemerkte, daß Körper, welche freie Elektricität haben, einander abstoßen und solche anziehen, welche keine oder negative Elektricität zeigen, und daß dasselbe auch bei solchen der Fall ist, welche freie negative Elektricität haben, daß sie sich ebenso abstoßen und andere mit negativer oder positiver Elektricität anziehen.

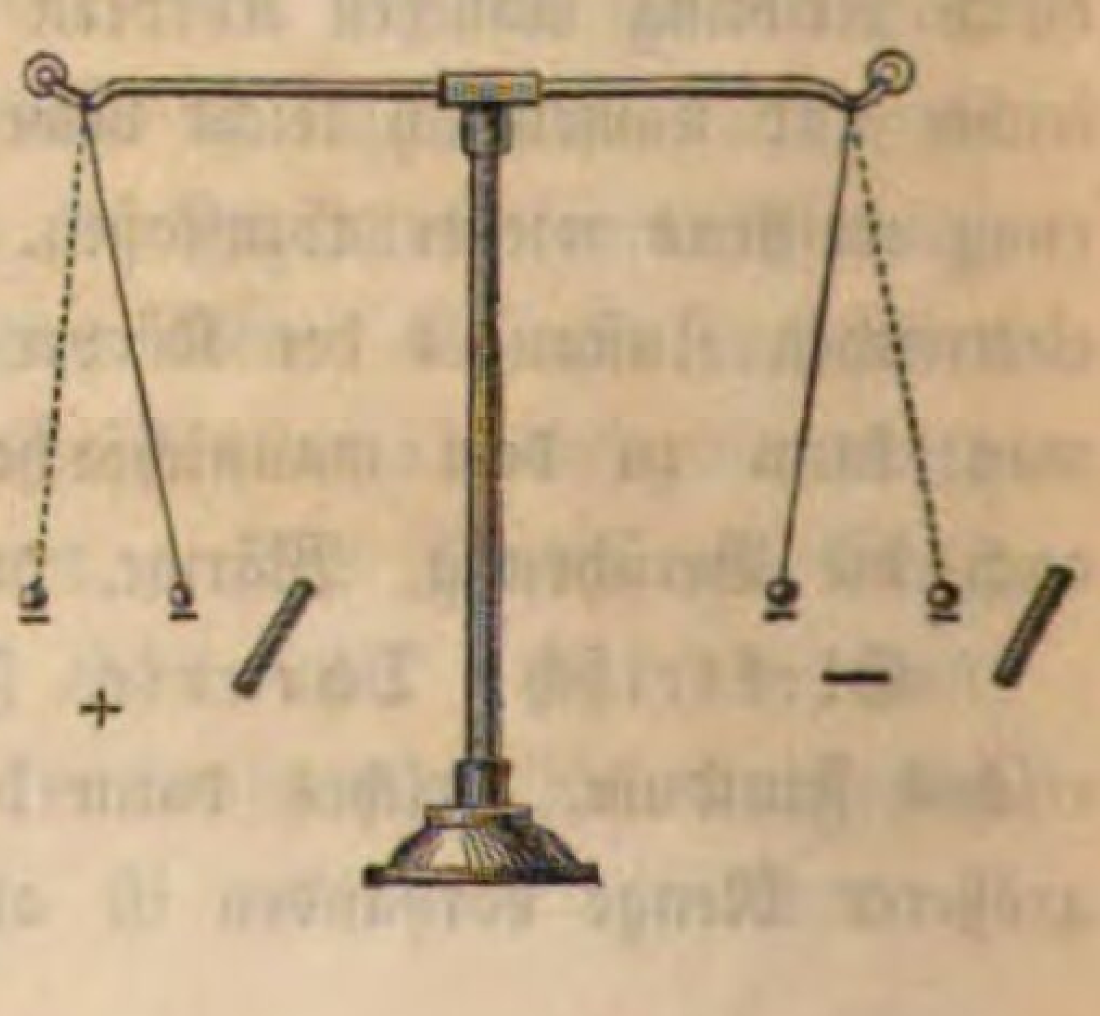
Prüfung des elektrischen Zustandes der Körper. Um den elektrischen Zustand der Körper zu prüfen, benutzt man Elektroskope, z. B. das sogenannte einfache elektrische Pendel (siehe Fig. 26). Dasselbe besteht aus einem Hollundermarkkügelchen, welches an einem feinen seidenen Faden aufgehängt ist. Nähert man diesem Körper das Kügelchen, welcher in den elektrischen Zustand versetzt ist, so wird das Kügelchen angezogen. Ist der Körper aber nicht elektrisch, so wird keine Anziehung Statt finden. Diesen Versuch kann man sehr leicht mit einer Stange Siegellack, welche mit einem wollenen Tuche gerieben wurde, und ebenfalls mit einer ungeriebenen anstellen. — Empfindlichere Apparate sind: die elektrische Nadel, und Coulombs Elektroskop.

Figur 26.



Man unterscheidet Leiter und Nichtleiter (besser schlechte Leiter der Elektricität). Zu ersteren gehören die Metalle, Kohle, feuchte und flüssige Körper, überhaupt alle guten Wärmeleiter; schlechte Elektricitätleiter sind dagegen Glas, Harz, trockne Luft, Metalloide, Wachs, Fett 2c.; namentlich Glas, benutzt man daher als Isolatoren.

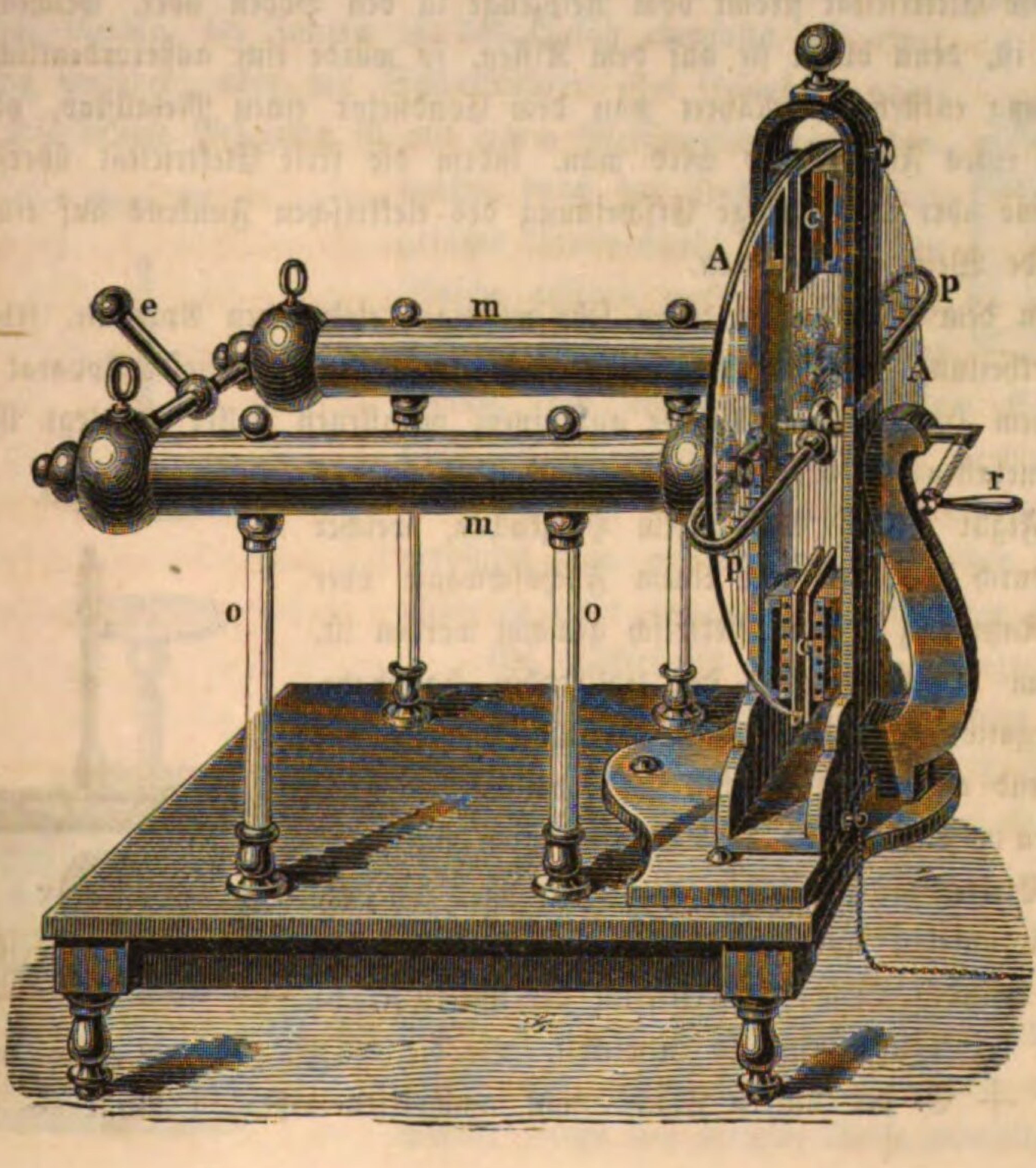
Figur 27.



Abstoßung und Anziehung. Theilt man zwei isolirten elektrischen Pendeln (siehe Figur 27) verschiedene Elektricität mit, und bringt mit dem einen dieser Pendel eine mit Seide geriebene Glasstange in Berührung und mit dem andern eine mit Pelz geriebene Schellack- oder Siegellackstange zusammen, so wird man beobachten, daß das

eine Kügelchen, welches durch die Glasstange abgestoßen, durch die Siegellackstange angezogen wird, während auf der andern Seite das von dieser abgestoßene vom Glase angezogen wird, ein Beweis, daß sich die Elektricitäten, wie zwei entgegengesetzte Größen verhalten, die Glas-Elektricität als positive, die Harz-Elektricität als negative. Aus diesen Versuchen sieht man ferner, daß *gleichnamige* Elektricitäten sich abstoßen, *ungleichnamige* sich anziehen, sind aber die entgegengesetzten Elektricitäten in einem Körper in ungleicher Menge vorhanden, so neutralisiren sie sich, indem sie gegenseitig gebunden werden, wobei sich der Körper in seinem natürlichen Zustande befindet. Als Erzeugungsapparat großer Mengen von Elektricität, durch Reibung hervorgerufen, ist hauptsächlich die Elektrisirmaschine zu erwähnen, welche zuerst von *Otto von Guerike* construirt wurde. Im Wesentlichen besteht ein solcher Apparat aus einem schlecht leitenden Körper, welcher gerieben wird, aus einem guten Leiter, der als Reibzeug dient und aus einem isolirten Conductor, welcher zur Sammlung der Electricität bestimmt ist. Jedoch ist die Einrichtung solcher Apparate eine sehr verschiedene, der gewöhnlichste ist die sogenannte Scheibenmaschine, wie sie in Figur 28 abgebildet ist. Die Glasscheibe A hat gewöhnlich einen

Figur 28.

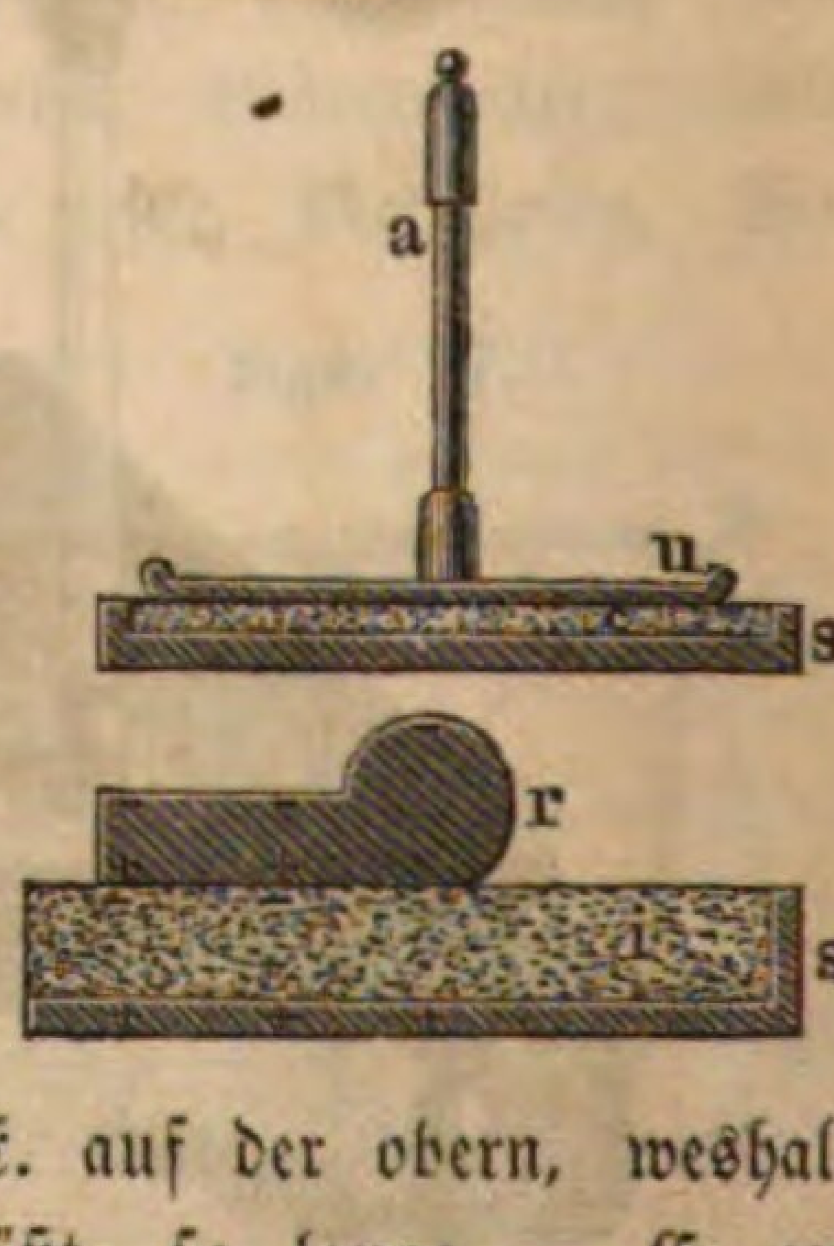


Durchmesser von 3 — 4 Fuß und ist in der Mitte durchbohrt, damit die durch diese Oeffnung gehende Achse mit einer Kurbel r gedreht werden kann. Die Pfeiler s tragen sowohl die Scheibe, als auch die beiden Paare von Kissen c c, welche die Scheibe vom Rade bis ungefähr auf $^1/_3$ oder $^1/_2$ ihres Halbmessers, reiben. Der Conductor emm ist durch Säulen o isolirt und endigt mit zwei Backen p, welche am Ende des horizontalen Durchmessers der Scheibe um dieselbe herumgreifen. Dreht man mittelst der Kurbel die Glasscheibe herum, so wird dadurch das mit Amalgam überzogene Lederkissen + elektrisch. Nach einer Viertelumdrehung gelangt aber immer eine oben zwischen den Kissen hervortretende Stelle der Scheibe zu den Backen. Die + Elektricität wird angezogen und strömt auf das Glas über, um es wieder in den gewöhnlichen Zustand zu versetzen, d. h. seine — Elektricität mehr oder weniger vollständig zu neutralisiren. Auf dem Conductor bleibt + Electricität. Damit sich aber auf dem Wege von dem Reibzeuge bis zu den Backen die Elektricität des Glases nicht so leicht in die Luft verliere, ist hier die Scheibe auf beiden Seiten mit Stücken Wachstaffet behängt. Soll die Maschine kräftig wirken, so müssen unmittelbar vor dem Gebrauche die Glasfüße und die Scheibe mit warmen wollenen Tüchern gerieben werden.

Die Elektricität strömt vom Reibzeuge in den Boden über, welches nothwendig ist, denn bliebe sie auf dem Kissen, so würde eine außerordentlich große Spannung entstehen. Nähert man dem Conductor einen Metallstab, oder die Knöchel eines Fingers, so wird man, indem die freie Elektricität überspringt, die schöne aber merkwürdige Erscheinung des elektrischen Funkens auf eine sehr glänzende Weise wahrnehmen.

In dem Elektrophor, einem sehr wichtigen elektrischen Apparate, sehen wir die Vertheilung der Elektricitäten ebenfalls sehr deutlich. Dieser Apparat besteht aus einem Harzkuchen i, welcher auf einem metallenen Teller s gelegt ist, und einen metallenen Deckel u mit isolirter Handhabe a (siehe Figur 29). Auf diesem Harzkuchen, welcher zuvor durch Schlagen mit einem Fuchsschwanze oder einem Katzenpelz negativ elektrisch gemacht worden ist, setzt man den Deckel mit der isolirenden Handhabe. Die negative Elektricität des Harzkuchens wirkt nur vertheilend auf die bis dahin noch verbundene Elektricitäten im Deckel. Die + Elektricität wird angezogen, die — Elektricität abgestoßen, die erstere wird sich deshalb im unteren und letztere im oberen Theile des Deckels befinden. Die + Elektricität der untern Fläche ist aber bei weitem nicht so entwickelt, wie die — E. auf der obern, weshalb sich die + E. der untern Fläche nicht nachweisen läßt, so lange — E. auf

Figur 29.



der andern nicht vollständig beschäftigt ist. Ein gutes Elektroskop wird hiervon überzeugen.

Mit Hülfe gewisser Apparate ist man im Stande, eine größere Menge von Elektricität anzuhäufen, ohne daß dadurch der Stärke der Elektricität ein Nachtheil widerfährt. Die Elektricität wird gebunden, und zwar sehr vollständig, wenn die beiden Elektricitäten durch einen guten Isolator, z. B. durch Harz oder Glas, getrennt sind.

Figur 30.



Ein solcher Apparat ist die Franklin'sche Tafel, welche zur Bindung der Elektricität besonders gut geeignet ist. Diese Tafel ist von Glas (siehe Figur 30) und in der Mitte soweit mit Stanniol beklebt, daß nur ein etwa 1—2 Zoll breiter Theil frei bleibt. Wird nun die fordere Belegung der Tafel mit positiver, und die hintere mit negativer beladen, so ziehen sich beide gegenseitig an, und es findet eine gegenseitige Bindung Statt.

Ein anderer zur Verstärkung dienender Apparat ist die sogenannte Leiden'sche Flasche. Dieselbe besteht aus einem Glasgefäße (siehe Figur 31), welches außen mit Stanniol überklebt ist, so daß am Rande einige Zoll frei bleiben, im Innern ist das Gefäß ebenfalls mit einer Belegung versehen, oder mit Schrotkörnern oder Eisenfeile angefüllt. Die innere Belegung ist mit einem Messingstabe verbunden, welcher durch den Deckel des Glasgefäßes hindurchgeht. Soll die Flasche geladen werden, so bringt man die äußere Belegung mit dem Boden, den Messingstab mit dem Conductor einer Elektrisirmaschine in leitende Verbindung.

Figur 31.



Figur 32.



Um recht starke Ladungen hervorzubringen, verbindet man mehrere solcher Flaschen mit einander zu einer sogenannten elektrischen Batterie.

Um Elektricität von sehr geringer Spannung bemerkbar zu machen, bedient man sich sogenannter Condensatoren und zwar ist einer der vollkommensten Apparate der mit dem Goldblatt-Elektrometer in Verbindung gebrachte. Auf ein solches Elektrometer (siehe Figur 32) wird eine oben geschliffene und mit einer dünnen Schicht Firniß versehene Metallplatte aufgeschraubt. Eine zweite mit einem isolirenden Stabe versehene Platte, welche auf dieselbe Weise zubereitet, wird

nun auf die andere gesetzt, so daß beide nur durch die Firnißschicht getrennt sind. Ist nun dem Condensator Elektricität zugeführt und man hebt die obere Platte, so wird die bis dahin gebundene Elektricität der untern Platte frei und in Folge dessen werden die Goldblättchen aus einander gehen.

Elektricität durch Berührung (Contact-Elektricität, Galvanismus).

Durch Berührung zweier Metalle, unter gewissen Einflüssen, erkannte man eine gewisse Quelle für die elektrische Kraft und diese Entdeckung bildete für die Elektricitätslehre, welche dadurch eine große Bedeutung für die Chemie erhielt.

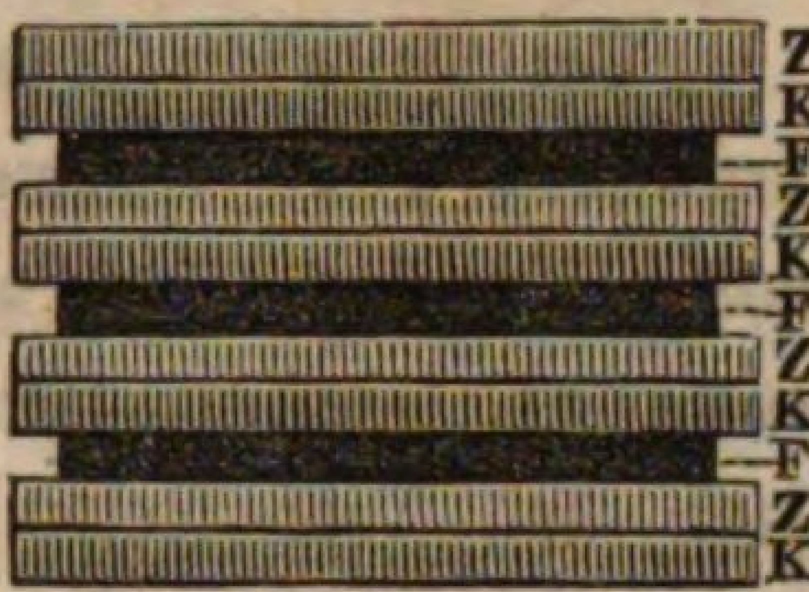
Die erste Veranlassung zur Entdeckung der Contact-Elektricität gab zu Ende des vorigen Jahrhunderts Galvani, ein berühmter Arzt in Bologna, indem er ganz zufällig bemerkte, daß präparirte Froschschenkel, welche mittelst kupferner Haken an dem eisernen Geländer des Balcons aufgehängt waren, in Zuckungen geriethen, sobald sie mit dem Eisen in Berührung kamen. Er fiel bald auf die Idee, daß hier Elektricität die Ursache sei und seine Entdeckung verbreitete sich sehr schnell. Sie erregte sehr großes Aufsehen und man nannte seine hypothetische Ansicht, daß nämlich der thierische Körper die Quelle der Elektricität sei, nach seinem Namen „Galvanismus".

Durch die vielen Bemühungen sämmtlicher Gelehrten, über diese Entdeckung mehr Licht zu verbreiten, gelang es Alexander Volta nach genauen Beobachtungen zu beweisen, daß die Elektricität von der Berührung zweier Metalle herrühre, wozu die Froschschenkel als directe Leiter dienen. Volta stellte nämlich den Versuch an, daß er einen Leitungsbogen von Zink und ebenfalls einen solchen von Kupfer mit einander verband und beide mit dem Froschschenkel in Berührung brachte, wobei vor allen Dingen nothwendig ist, daß diese Metallstreifen an ihren Berührungspunkten eine vollkommen metallische Oberfläche haben. Volta schloß aus seinen Versuchen, daß die hier wirkende Flüssigkeit weder in den Nerven noch in den Muskeln des Frosches, sondern durch die Berührung beider Metalle entwickelt werde, und daß sie dem gewöhnlichen elektrischen Fluidum gleiche. Volta bewies dies durch das Goldblatt-Elektrometer, mit aufgeschraubtem Condensator. Noch mehr bestätigte Volta aber die Elektricitätserregung durch Berührung dadurch, daß er zwei Metallplatten, die eine von Zink, die andere von Kupfer, zusammenlöthete. Wird nämlich das Zinkende in die Hand genommen, so daß die untere Platte des Condensators mit dem Kupfer in Berührung kommt und die obere Platte mit dem Boden in leitende Verbindung gesetzt, so werden die Goldblättchen ebenfalls von einander abweichen. Die hier an den Berührungsstellen der beiden verschiedenen Metallkörper wirkende Kraft hat den Namen elektromotorische Kraft erhalten, da Volta die Metalle selbst Elektromotoren nannte.

Durch weitere Versuche gelangte Volta zur Construction der elektrischen Säule, welche zu ihrer Zusammensetzung drei verschiedene Elemente, und zwar

zwei Metalle und einen sogenannten feuchten Leiter erfordert. Als Metalle werden gewöhnlich Zink als positives und Kupfer als negatives Element dazu verwendet; der feuchte Leiter dagegen besteht aus einer Scheibe von Tuch oder Pappe, welche mit der Lösung eines Alkali oder mit einer verdünnten Säure, oder auch wohl mit Kochsalzlösung getränkt wird. Figur 33 zeigt, wie die Elemente auf einander folgen. Z ist eine Platte von Zink, K eine solche von Kupfer und F eine gleichförmige Scheibe von Tuch oder Pappe, mit einer der oben genannten Lösungen getränkt. Die drei Elemente zusammen bilden ein sogenanntes Paar; je größer die Anzahl solcher Paare, welche man zusammenlegt, desto stärker sind die elektrischen Wirkungen.

Figur 33.



Werden etwa 20—100 solcher Paare in eben aufgeführter Reihenfolge zusammengelegt, so erhält man eine Anordnung, welche nach dem Erfinder die Volta'sche Säule genannt wird. Figur 34 zeigt eine solche aus 20 Paaren bestehende Volta'sche Säule, deren Fußgestelle aus Holz und deren Seitenstäbe aus Glas besteht. Das eine Ende der Säule, welches mit einer Zinkplatte endigt, pflegt das Zinkende, oder der positive Pol, das andere, welches mit einer Kupferplatte endigt, das Kupferende, oder der negative Pol genannt zu werden. Setzt man nun diese so angeordneten Systeme mit dem Boden in leitende Verbindung, so wird eine Vertheilung durch die elektromotrische Kraft der Elektricität stattfinden, und zwar wird das Zink positiv- und das Kupfer negativ-elektrisch, wobei aber die freie positive Elektricität auf dem Zink bleibt, und die freie negative Elektricität des Kupfers in den Boden überströmt.

Figur 34.



Wenn man nun dem Zink einen Theil seiner freien Elektricität entzieht, so wird dieser Verlust, welche dem Zink + E. zu Theil wird, durch die elektromotorische Kraft ersetzt werden, während eine, dieser neu entwickelten Elektricität gleiche Menge — E. auf die Kupferplatte, und von dieser auf den Boden übergeht, so daß eine fortwährende Thätigkeit der elektromotorischen Kraft stattfindet, wovon man sich leicht durch den Condensator überzeugen kann; denn die freien Elektricitäten theilen sich dem ihnen naheliegenden Systeme mit und pflanzen sich so bis an die Pole fort, wodurch dann eine fortgesetzte Bewegung entsteht, welche man den elektrischen Strom nennt. Ist die Säule in

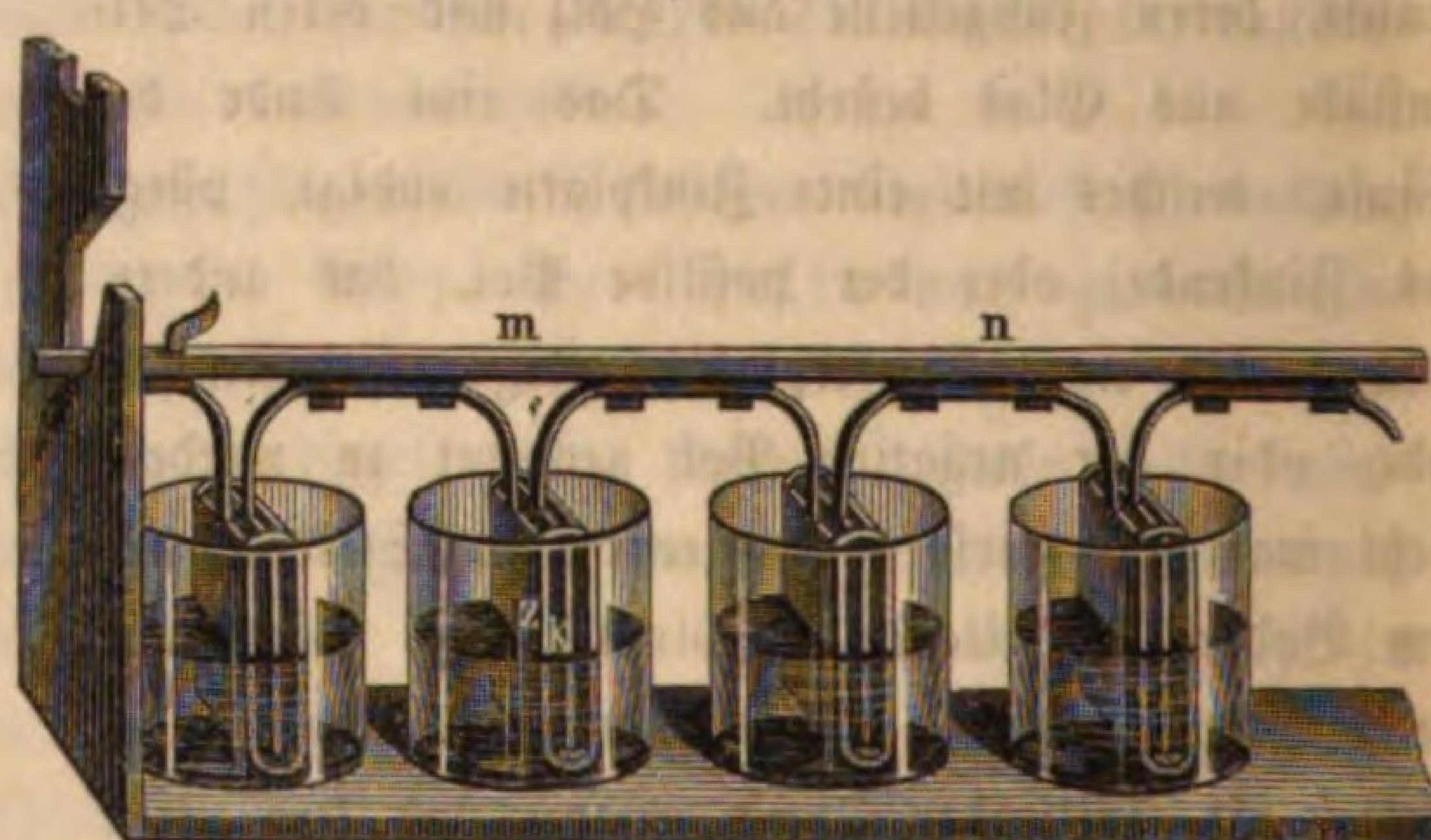
Thätigkeit, so wird, wenn man die beiden Leitungsdrähte bis auf eine kleine Entfernung nähert, ein ununterbrochener Funkenstrom stattfinden. Bringt man aber die beiden Leitungsdrähte in unmittelbare Berührung, oder schließt man die Kette, so ist zwar das Ueberspringen der Funken nicht mehr sichtbar, aber es wird in allen Theilen der Schließungsdrähte eine fortwährende Thätigkeit durch das Streben der beiden entgegengesetzten Elektricitäten nach Wiedervereinigung stattfinden.

Die Volta'sche Säule ist nicht die einzige, obgleich der erste Apparat zur Erzeugung eines continuirlichen elektrischen Stroms, sondern man hat noch andere Formen. Eine andere elektrische Säule ist z. B. der sogenannte Trogapparat, dessen Elemente aus zusammengelötheten Zink- und Kupferplatten bestehen, welche in einen Kasten von Holz, der im Innern mit einer Harzschicht überzogen und mit angesäuertem Wasser angefüllt ist, eintaucht. Figur 35 zeigt eine Abbildung von diesem früher benutzten Apparate. Figur 36 liefert einen andere elektrische, die sogenannte Wollaston'sche Batterie, deren Construction sehr einfach ist, denn die sämmtlichen Kupfer- und Zinkplattenpaare sind an einer Leiste mn befestigt, so daß man sie nach Belieben in die Flüssigkeit eintauchen und wieder herausnehmen kann.

Figur 35.



Figur 36.



Unter den gegenwärtig gebräuchlichen Apparaten ist unter anderen die constante Kette von Daniel zu erwähnen. Sie besteht in ihren einzelnen Theilen aus einem Cylinder orp (siehe Figur 37) von Kupfer, einem porösen Thoncylinder tot und einem amalgamirten Zinkstreifen z, welcher sich in dem Thoncylinder befindet. Letzterer ist mit verdünnter Schwefelsäure angefüllt, und der Kupfercylinder enthält eine Lösung von Kupfervitriol in Wasser. Beide Flüssigkeiten sind also durch eine Scheidewand, nämlich durch die Thonmasse getrennt, um sich nicht mischen zu können; ihre gegenseitige Berührung findet aber dennoch durch die Porosität der Thonmasse in entsprechendem Grade Statt, so daß während der Circulation des Stroms (bei geschlossener Kette) die in Folge des sich abscheidenden metallischen Kupfers frei gewordene

Figur 37.



Schwefelsäure endosmotisch durch den Thoncylinder dringen kann, um neugebildetes Zinkoxyd aufzulösen.

Dieses Durchdringen der entbundenen Schwefelsäure und die dadurch hervorgerufene Lösung des Zinkoxyds sind eines Theils die Bedingnisse für die constante Wirkung der Kette, andern Theils trägt auch namentlich das durch den frei gewordenen Sauerstoff des Kupferoxyds und durch die Wirkung des Stromes entbundenen Wasserstoff gebildete Wasser dazu bei, indem dasselbe wieder einen Theil des in dem Säckchen befindlichen Kupfervitriols auflöst, wodurch die Lösung gesättigt erhalten wird.

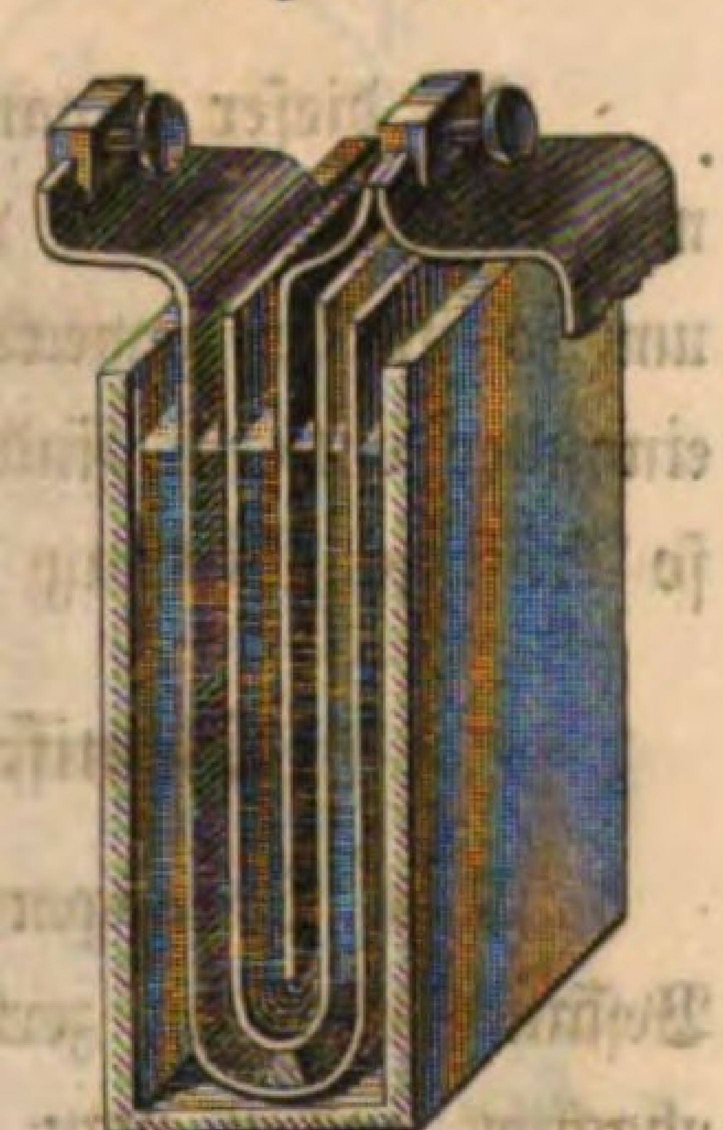
Eine Batterie, welche eine kräftige Wirkung zeigt, und mit geringen Kosten hergestellt werden kann, ist die Zink-Kohlenbatterie von Bunsen. Die Einrichtung derselben besteht darin, daß man einen hohlen Cylinder c c (siehe Figur 38) aus Kohle und Sand geformt, in ein Glasgefäß a a' stellt und in dasselbe fest hineinpaßt. In die Höhlung des Kohlencylinders wird ein hohler, unten verschlossener Thoncylinder t gebracht, und zwar von der Größe, daß nur ein kleiner Zwischenraum zwischen beiden Cylindern bleibt. Die Thonzelle wird mit verdünnter Schwefelsäure und das Glas mit Salpetersäure gefüllt. Auf dem obern Ende des Kohlencylinders befindet sich ein Ring von Zink mit einem Zinkbügel z, der den Kohlencylinder mit einem hohlen Zinkcylinder y verbindet, welcher in die mit verdünnter Schwefelsäure* gefüllte Thonzelle des folgenden Glases hineinhängt. — In der Regel werden 4 oder 6, auch 8 oder 12 solcher Apparate mit einander verbunden und bilden dann, je nach der Anzahl, eine mehr oder minder stark wirkende elektrische Batterie.

Figur 38.



Eine sehr interessante galvanische Kette von ganz vortrefflicher Wirksamkeit ist ferner die Grove'sche Batterie, deren Elemente aus Zink und Platin construirt sind. Durch Zusammenstellung solcher Elemente erhält man die in Figur 39 abgebildete Gestalt. Ein Porzellankasten ist durch mehrere Scheidewände in Zellen eingetheilt, in denen sich umgebogene Zinkplatten befinden, die wieder Thonzellen mit Platinblechen enthalten. Die Zinkzellen werden mit verdünnter Schwefelsäure und die Platinzellen mit reiner Salpetersäure gefüllt. Will man nun die elektrische Vertheilung weiter leiten, so braucht man nur an der Platinzelle und an den Zinkpol Drähte zu schrauben.

Figur 39.



Eine sehr zweckmäßige Batterie ist endlich die von Smee, in welcher die Elektromotoren durch Zink und mit fein zertheiltem Platin überzogenes Silber vertreten sind. Das Platiniren des letzteren geschieht entweder dadurch, daß man das Silber mit Sandpapier abreibt, und in eine Platinchloridlösung eintaucht, oder indem man es, nachdem eine völlige Reinigung mittelst Salpetersäure vorgenommen ist, in eine Platinlösung bringt und diese durch einen galvanischen Strom zersetzt. Nachdem die Oberfläche des Silbers so mit Platina bekleidet ist, wird die Reihenfolge, wie in Wollaston's Batterie umgekehrt befolgt, nämlich das Silber mit Zink umgeben, so daß jede Seite des Silbers einer Zinkplatte zugekehrt ist, und das Ganze wird in verdünnte Salpetersäure eingetaucht.

Der elektrische Zustand, welcher durch Berührung erzeugt wird, hängt hauptsächlich von der Wahl der Stoffe ab. Es ist angeführt worden, daß Kupfer in Berührung mit Zink negativ-elektrisch werde, während es in Berührung mit Platin positive Elektricität annimmt. Dagegen wird Zink in Berührung mit Platin stärker positiv-elektrisch, als in Berührung mit Kupfer. Hieraus folgt, daß die elektrische Spannung, welche durch die elektromotorische Kraft der Metallkörper hervorgerufen wird, sehr verschieden ist, oder die elektrische Differenz ist, je nach der Wahl der Stoffe, eine andere und schwächer oder stärker. Man hat daher eine Spannungsreihe aufgefunden, wie sie uns folgende Ordnung angiebt:

+
Zink,
Blei,
Zinn,
Eisen,
Kupfer,
Silber,
Gold,
Platin,
Kohle,
—

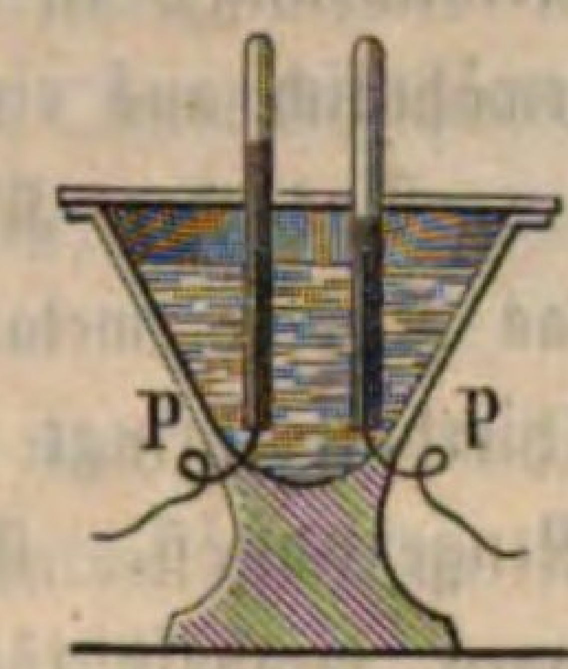
In dieser Spannungsreihe wird jeder vorangehender Körper in Berührung mit allen folgenden positiv-elektrisch. — Die elektromotorische Thätigkeit wird um so stärker geweckt, je weiter die Elektromotoren in der Spannungsreihe von einander entfernt sind. Daher kommt es denn auch, daß Zink und Platin eine so kräftige Wirkung äußern.

Chemische Wirkungen des galvanischen Stroms.

Das Vermögen der elektrischen Kraft, zusammengesetzte Körper in ihre Bestandtheile zu zerlegen, wurde zuerst im Anfange dieses Jahrhunderts beobachtet, indem man entdeckte, daß das Wasser durch den galvanischen Strom

in Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt werden kann. Läßt man nämlich den elektrischen Strom durch Wasser gehen, so daß die beiden Poldrähte (gewöhnlich Elektroden genannt) in demselben in einer kleinen Entfernung von einander gehalten werden, so wird man sehr bald an dem negativen Pole der Säule Wasserstoffgas in Blasen aufsteigen sehen, während das Zink als das Element des positiven Pols Sauerstoff aufnimmt. Am besten wählt man zu diesem Versuch eine Zersetzungszelle von Glas (siehe Figur 40), in welche zwei gleichförmige Metallstreifen oder Platten z. B. Platinstreifen pp, die mit der galvanischen Kette verbunden in das Glas eingeschmolzen und mit 2 weiten Glasröhren überdeckt sind. Man wird dann in der einen Glasröhre Wasserstoffgas und in der andern Sauerstoffgas aufsteigen sehen, da das Platin das Sauerstoffgas nicht aufnimmt.

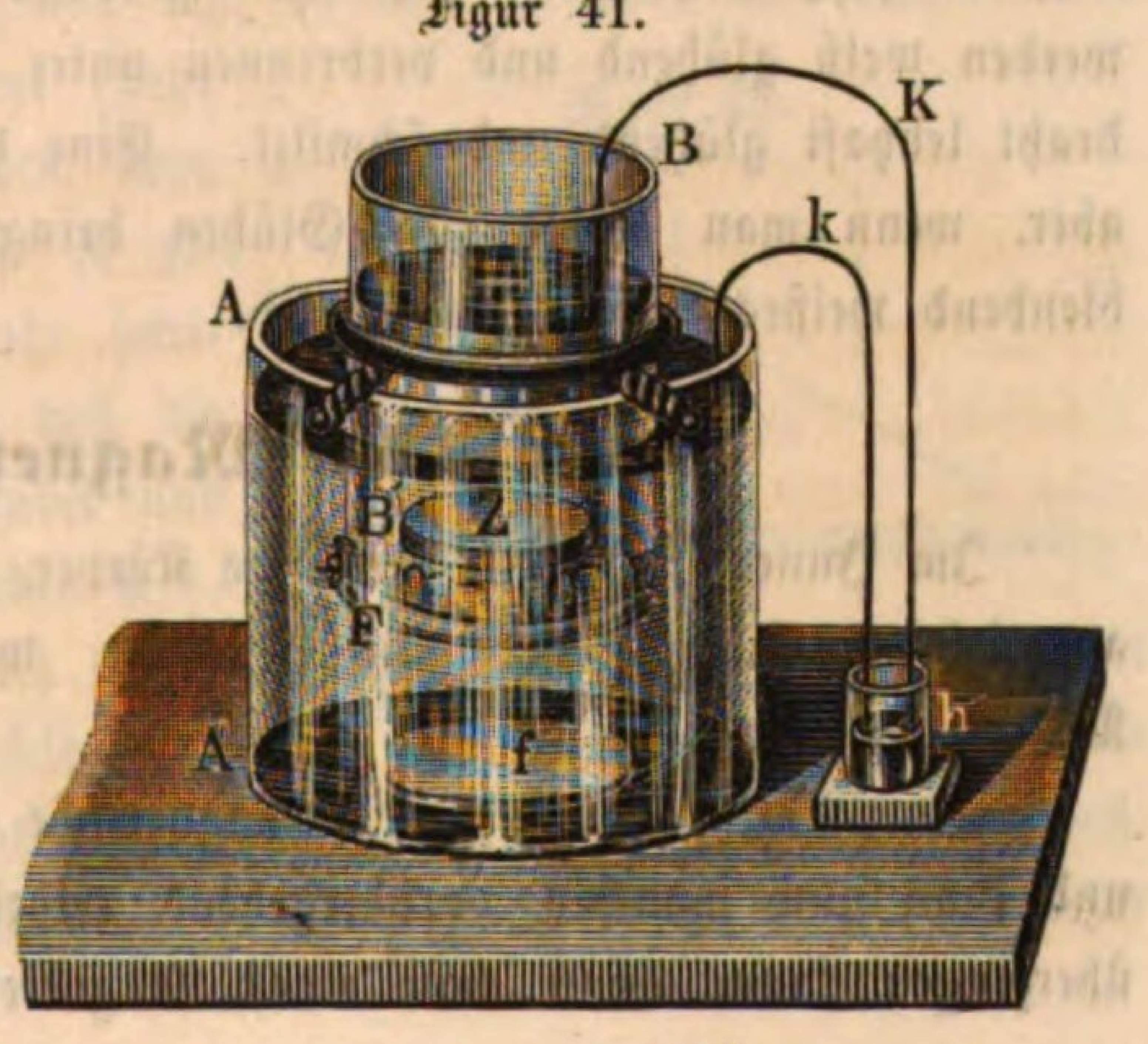
Figur 40.



Es scheint übrigens, daß nicht allein das Wasser, sondern sämmtlich chemisch zusammengesetzte Flüssigkeiten, welche gute Leiter sind, durch den elektrischen Strom zerlegt werden können. Zu dieser Annahme berechtigt die Erfahrung, daß es gelungen ist, alkalische Basen, wie Kali, Natron, Calciumoxyd, Bariumoxyd 2c. in ihre Elemente zu zerlegen. Ja sogar Salze sind auf galvanischem Wege zerlegt worden, und aus manchen Salzen läßt sich das Metall regulinisch ausscheiden, eine Thatsache, die zu sehr interessanten Erscheinungen geführt hat, und worauf die sogenannte Galvanoplastik beruht.

Es ist bekannt, daß unter Mitwirkung des elektrischen Stroms Metalle, wie Gold und Silber, aus ihren Lösungen abgeschieden, zu Ueberzügen über andere Metalle 2c. benutzt werden. Namentlich ist aber von der Ausscheidung des Kupfers aus einer Kupfervitriollösung durch den galvanischen Strom manche sehr interessante Anwendung gemacht worden, welche unter dem Namen „Galvanoplastik“ bekannt ist, um nämlich durch längere Zeit fortgesetzte Ausscheidung des metallischen Kupfers galvanoplastische Abdrücke zu erzielen. Die einfachste Vorrichtung für diesen Zweck ist die abgeänderte Becquerel'sche Zelle, wie sie in Figur 41 abgebildet ist. AA' ist ein 6 bis 8 Zoll im Durchmesser haltendes Glasgefäß, in diesen hängt ein zweites engeres Glasgefäß BB' von oben hinein, welches unten mit einer Thierblase F zugebunden ist. Etwas über der Mitte ist

Figur 41.



um dieses engere Glasgefäß ein Draht r fest herum gewunden, der in drei Arme ausläuft, welche, auf dem Rande des äußern Glasgefäßes aufliegend, das innere tragen. Dieses wird mit sehr verdünnter Schwefelsäure, und das größere mit Kupfervitriollösung (oder wenn man ein anderes Metall niederschlagen will, mit der betreffenden Metallösung) gefüllt. In dem innern Gefäße ruht auf einem Kreuze von Holzstäben ein Zinkblock Z, an welchen ein Kupferdraht K, der in ein Quecksilbernäpfchen h eintaucht, angelöthet ist. Ein zweiter Kupferdraht k geht aus dem Quecksilbernäpfchen in die Kupfervitriollösung (oder Metallösung), in welcher sich die zum Abdruck bestimmte Form f befindet, die gewöhnlich aus einer leichten Metalllegirung oder aus Stearin und Wachs besteht.

Aus der Kupfervitriollösung (schwefelsaurer Kupferoxydlösung) wird nun das Kupfer metallisch niedergeschlagen, während die Schwefelsäure durch die Thierblase dringt und vom Zink eine dem niedergeschlagenen Kupfer äquivalente Menge auflöst. Es wird nun der Kupfervitriollösung fortwährend Kupfer entzogen, weshalb täglich der Apparat mit frischgesättigter Kupfervitriollösung nachgefüllt werden muß. Ebenso darf man die Nachfüllung von Wasser in dem innern Gefäße nicht unterlassen, da sich durch die fortwährende Wasserzersetzung und des dadurch entstehenden Zinkoxyds stets Zinkvitriol bildet; jedoch findet dieser Austausch der Metalle nur dann Statt, wenn dem elektrischen Strome durch die metallische Berührung der Drähte eine metallische Bahn verliehen wird.

Thermische Wirkungen des elektrischen Stroms.

So wie man durch Anwendung kräftiger galvanischer Apparate chemisch zusammengesetzte Flüssigkeit zerlegen kann, ist es auch möglich, rücksichtlich der physikalischen Wirkungen eine sehr intensive Hitze hervorzurufen, denn man kann mit Hülfe des elektrischen Stroms Metalldrähte glühend machen, wozu sich schon ganz vorzüglich der Bunsen'sche Apparat eignet.

Ist der Draht für die Kraft der Kette kurz und dünn genug, so kann derselbe sehr leicht zum Schmelzen gebracht werden. Eisen und Stahldrähte werden weiß glühend und verbrennen unter Funkensprühen, ebenso wird Platindraht lebhaft glühend und schmilzt. Eine der interessantesten Erscheinungen ist aber, wenn man Kohle zum Glühen bringt, da auf diese Weise ein helles, blendend weißes Licht erzeugt wird.

IV. Magnetismus.

Im Innern der Erde giebt es Körper, welche die Eigenschaft haben, Eisen anzuziehen. Diese Körper sind Eisenerze, welche man gewöhnlich natürliche Magnete nennt.

Eine Anziehungskraft oder magnetische Kraft wohnt in mehreren Körpern und kann auch manchen vorübergehend ertheilt werden, wovon man sich leicht überzeugen kann, wenn man einen Magneten in Eisenfeile taucht; man wird

bald bemerken, daß die kleinen Eisenspänchen an der Oberfläche desselben anhängen. Gegen reines Eisen äußert sich diese magnetische Anziehungskraft mehr, als gegen solches, welches sehr reich an Kohlenstoff ist.

Ein jeder Magnet, mag er ein natürlicher oder künstlicher sein, besitzt die Eigenschaft, das Eisen anzuziehen, gleichsam wie die Erde auf alle schweren Körper eine Anziehungskraft ausübt. Die Erfahrung lehrt aber, daß die Anziehung in gewissen Punkten sich vorzugsweise stark äußert, und zwar bemerkt man dieses sehr deutlich, wenn man ein Stück Eisen von einem Magneten in gleicher Entfernung hält; denn es wird in gewissen Punkten eine starke Ablenkung fühlbar werden, als an anderen. Eine stärkere Wirkung äußert sich nämlich an den äußeren Punkten eines Magneten, während die Querdurchschnitte, welche der Mitte nahe liegen, fast gar keine Wirkung äußern. Man nimmt daher zwei Pole und eine neutrale Mittellinie an.

Dieses kann man sich leicht anschaulich machen, wenn man einen natürlichen Magneten in Eisenfeilspänen hin und herwälzt; die Enden bedecken sich mit langen Fäden von Eisenfeilspänen, wogegen sie nach der Mitte hin immer kürzer werden, bis endlich in der Mitte gar keine Eisenfeiltheilchen hängen bleiben (siehe Figur 42).

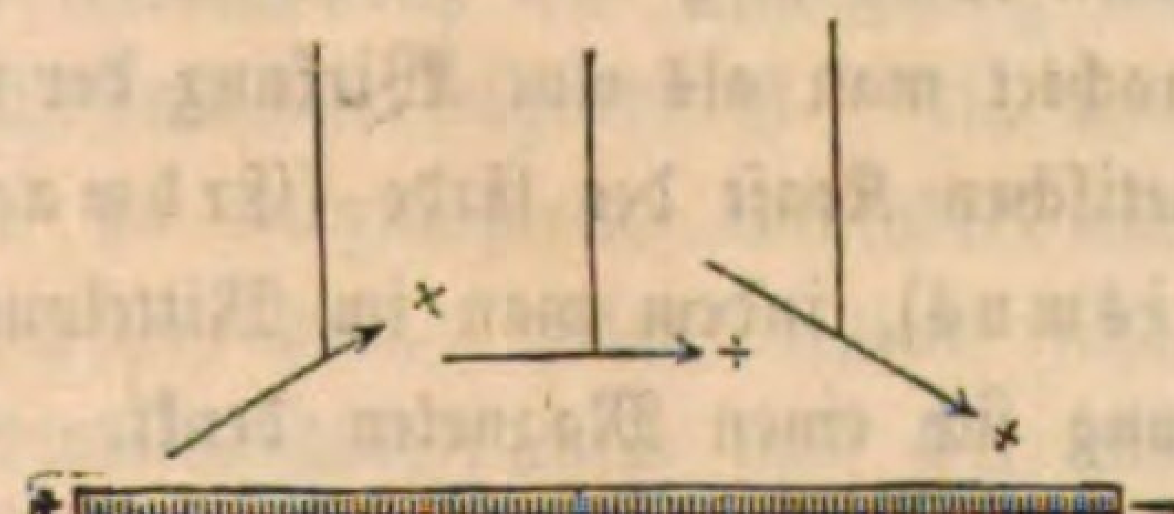
Figur 42.



Diese beiden Pole, welche an den Enden ihren Sitz haben, sind nicht dieselben, sondern sie sind verschieden von einander und man nennt daher ihren Gegensatz magnetische Polarität. Die Pole selbst aber bezeichnet man als positiv (+ Pol) und negativ (— Pol).

Hängt man einen Magneten an einem Faden auf und nähert die beiden Polenden nach einander ein und demselben Pole eines andern Magnetstabes, so wird man bemerken, daß das eine jener Polenden von diesem angezogen, das andere aber abgestoßen wird, woraus zu schließen ist, daß die Pole verschiedener Natur sind, und daher als ungleichnamige oder entgegengesetzte bezeichnet werden können, weshalb man ein + und — Pol annehmen kann.

Figur 43.



Hängt man eine feine Magnetnadel (siehe Figur 43), an einen Faden gebunden, über der Mitte eines Magnetstabes auf, so erhält sie eine dem Pole entsprechende horizontale Lage, aber in der Weise, daß die ungleichnamigen Pole der Nadel und die des Stabes sich einander zuwenden d. h. — zu + und + zu —. Die Nadel behauptet trotz aller Schwingungen, in die man sie versetzt, immer wieder dieselbe Lage, so lange man sie über der Mitte des Stabes hält, nähert man sie aber dem einen oder andern Ende des Stabes, so senkt sich ihre gegen dieses Ende gerichtete Spitze und ihr ungleichnamiger

Pol wird sich dem des Stabes soviel wie möglich nähern. Dieser Versuch zeigt sowohl, daß die Pole ungleichnamig sind, als auch, daß die ungleichnamigen sich anziehen und die gleichnamigen sich abstoßen.

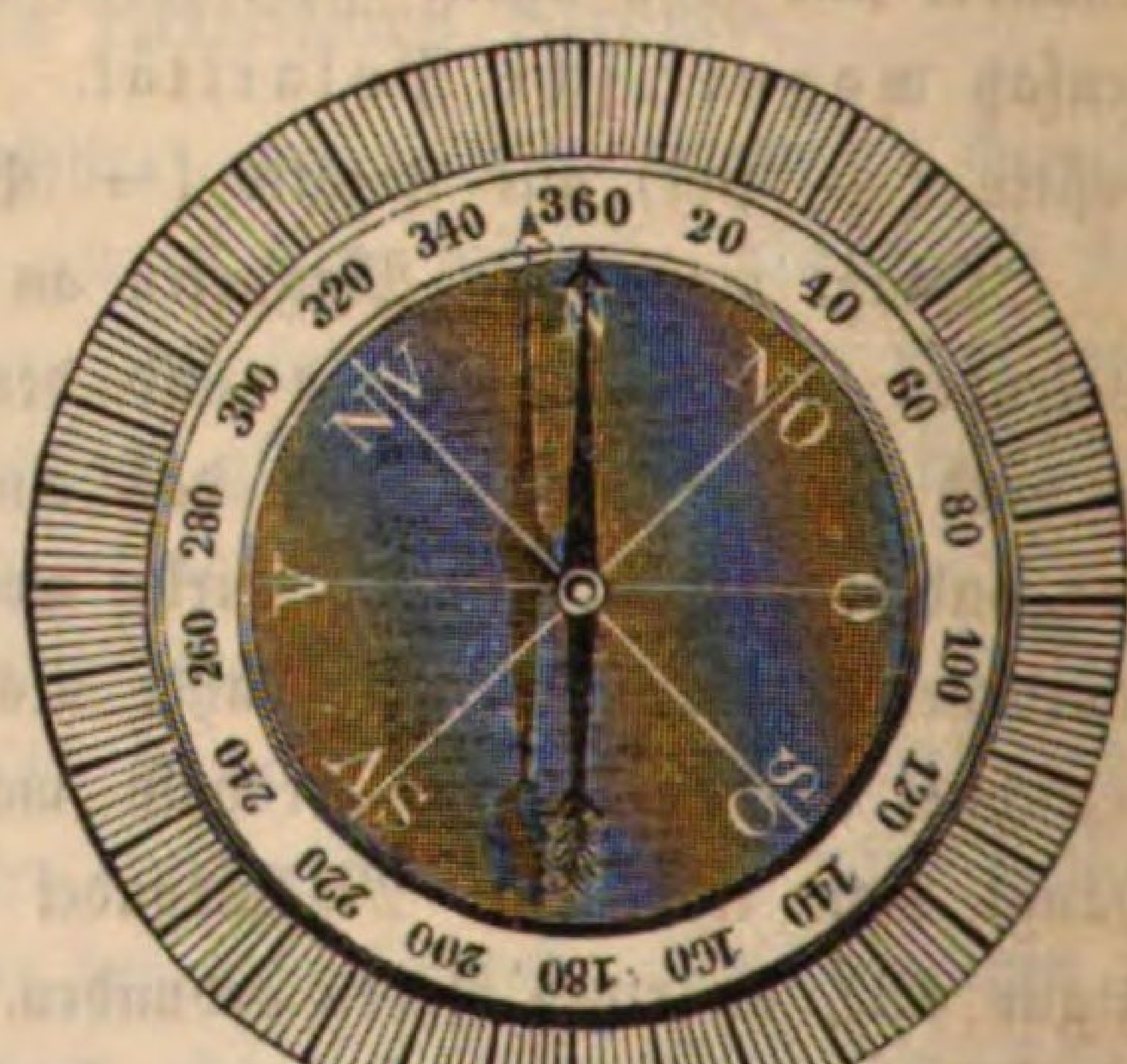
Man hat sich einen jeden Magneten als aus kleinen, untheilbaren Theilchen zusammengesetzt zu denken; denn wenn man ihn zerbricht, so werden sich sogleich wieder zwei Pole in demselben Stücke bilden. Die magnetischen Fluida können zwar nicht von einem Molekül zum andern übergehen, sie können aber in jedem Molekül für sich getrennt werden, so daß man die Moleküle selbst theilen müßte, wenn man jede der beiden ätherischen Flüssigkeiten isolirt darstellen wollte. Wir müssen uns daher einen Magnet oder einen magnetisirten Eisenstab, wie ihn Figur 44 zeigt, aus kleinen Theilchen zusammengesetzt denken, von denen jedes die beiden Fluida, aber in getrenntem Zustande enthält, und zwar haben wir uns die Vertheilung so zu denken, daß das gleichartige Fluidium in allen Theilchen nach derselben Seite hingekehrt ist. Es ist also am linken Ende des Magneten nur die eine und an dem rechten Ende die andere Flüssigkeit.

Figur 44.



Eine vielfache Anwendung, welche die Magnetnadel im praktischen Leben findet, ist die bekannte Einrichtung des Compasses oder der Boussole, Instrumente, welche namentlich dem Seefahrer und dem Bergmann, so wie dem Geologen von großer Wichtigkeit sind, indem sie durch die Eigenthümlichkeit der Magnetnadel ihre Richtung fortwährend nach Norden hin zu behaupten, sich leicht in der Himmelsgegend orientiren können. Beifolgende Figur 45 zeigt einen solchen Compaß, welcher im Wesentlichen aus einer auf einem Achathütchen frei beweglichen Magnetnadel mit einem getheilten Kreise besteht. Das Bestreben der Magnetnadel sich mit dem einen Pole nach Norden zu wenden, betrachtet man als eine Wirkung der magnetischen Kraft der Erde (Erdmagnetismus), indem man im Mittelpunkte der Erde, nach der menschlichen Vorstellung sich einen Magneten denkt. Nach Gauß ist die magnetische Kraft die Gesammtwirkung der einzelnen Theile des Erdkörpers.

Figur 45.



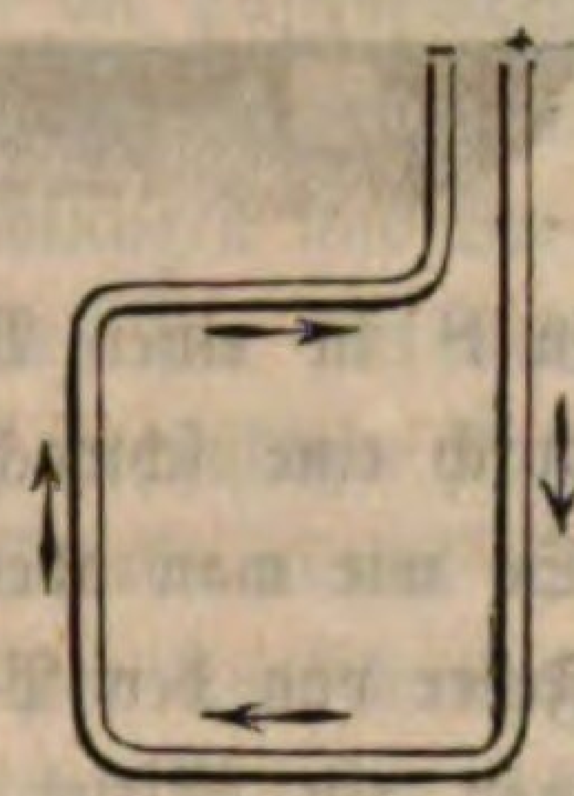
Elektromagnetismus.

Im Jahre 1820 machte Oersted die außerordentlich wichtige und erfolgreiche Entdeckung, daß die Elektricität auf den Magnetismus wirke, daß nämlich

der Schließungsdraht einer Säule, während der elektrische Strom hindurchgeht, auf eine freihängende Magnetnadel eine ablenkende Einwirkung hervorbringt, wodurch die Vermuthung befestigt wurde, daß Elektricität und Magnetismus als Zwillingskräfte zu betrachten seien.

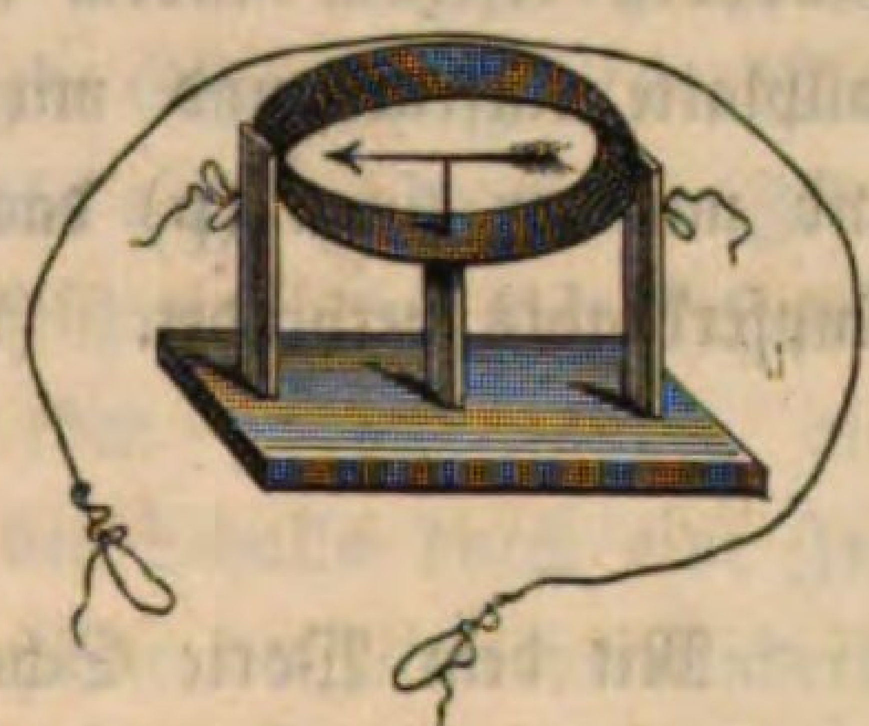
Um sich von der Einwirkung des galvanischen Stroms auf die Nadel zu überzeugen, kann man einen etwas starken Kupferdraht nehmen, welcher zu einem Quadrat (siehe Fig. 46) gebogen ist; die beiden Enden dieser Drähte tauche man in ein Quecksilbernäpfchen einer galvanischen Batterie oder verbinde sie geradezu mit den Polen einer elektrischen Säule. Hält man nun eine Magnetnadel gerade über das Drahtstück, so wird dieselbe dem Strome nicht parallel bleiben, sondern sie wird abgelenkt.

Figur 46.



In Folge dieser erkannten magnetischen Wirksamkeit der Elektricität im Bewegungszustande ersann man Apparate, welche dazu dienen, die Anwesenheit elektrischer Ströme zu erkennen und Galvanometer genannt werden. Ein solches Galvanometer ist in Figur 47 dargestellt. Das Drahtgewinde dieses sogenannten Multiplicators macht man aus Eisen-freiem mit Seide dicht übersponnenem Kupferdraht, den man auf einem rechtwinkligen Rahmen von Holz oder Metall aufwickelt, so daß im Gewinde nur noch der nöthige Raum für die Bewegungen der Nadel bleibt. In der Mitte befindet sich eine vertikale Spitze, auf welcher die Magnetnadel ruht. Verbindet man nun die Drahtenden mit einer elektrischen Säule oder Kette, so wird die Magnetnadel m eine Ablenkung erfahren, selbst wenn die schwächsten elektrischen Ströme auf sie einwirken, weshalb denn ein solches Galvanometer für die Entdeckung elektrischer Ströme sehr brauchbar ist.

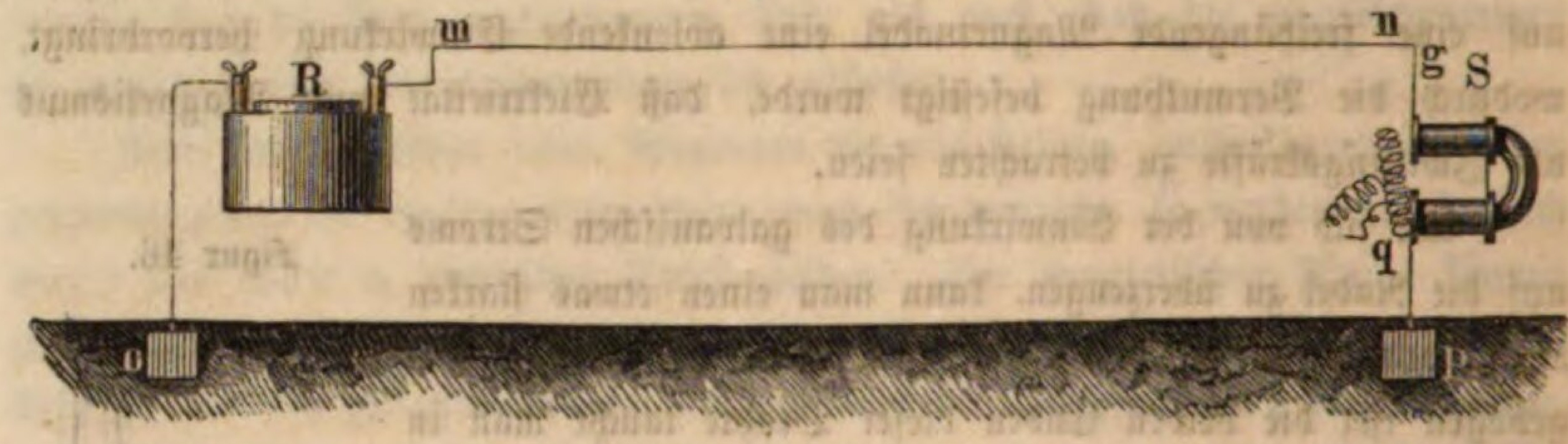
Figur 47.



Die interessanteste und werthvollste Anwendung, welche von der elektromagnetischen Kraft gemacht worden, ist jedenfalls die elektromagnetische Telegraphie. Es mag daher hier kurz erwähnt werden, daß die Einrichtung der am meisten gebräuchlichen Telegraphen im Wesentlichen folgende ist. Um von einem Stationsorte B nach einem andern S zu telegraphiren, verbindet man beide Orte mit einem oder mehreren Kupferdrähten, welche isolirt sind. Nehmen wir nun an, daß zwei solcher Verbindungsdrähte mn und op vorhanden seien (siehe Figur 48).

Wenn man nun die Enden dieser Drähte in S mit den Enden eines nur aus weichem Eisen gewundenen Kupferdrahts in R, die Enden der nämlichen Drähte mit den Polen einer galvanischen Batterie verbindet, so verwandelt sich fast in demselben Augenblick, in welchem man in R die Kette schließt, das Hufeisen

Figur 48.



in S in einen Magneten und zieht einen Anker an, welcher von den Polen durch eine schwache Feder um einen kleinen Abstand entfernt gehalten wurde. So wie man aber die Kette in R öffnet, wird der Anker durch die schwache Feder von den Polen des Hufeisens wieder losgerissen. Auf diese Art erhält man ein Mittel, durch wiederholtes Oeffnen und Schließen der Kette in R Signale nach B hin zu geben. — Statt zweier Verbindungsdrähte kann man auch mit einem einzigen Draht mn auskommen, welcher den einen Pol der in B befindlichen Batterie mit dem einen Ende des um das Hufeisen in S gewickelten Kupferdrahts verbindet und den zweiten Draht op durch den feuchten Erdboden ersetzen, indem man in diesen sowohl in R als auch in S eine Metallplatte einsenkt und mit der einen (o) den andern Pol der Batterie in R und mit der einen (p) das andere Ende des um das Hufeisen in S gewickelten Kupferdrahts verbindet. (Weiteres sehe man in Lehrbüchern der Telegraphie.)

Vom Schall.

Mit dem Worte Schall bezeichnen wir im Allgemeinen die Eindrücke, die wir durch unser Gehörorgan erhalten und die durch Erschütterungen und Schwingungen eines elastischen Körpers hervorgerufen werden. Die kleinsten Theilchen eines Körpers, deren natürliche Anlagerung durch irgend einen Anstoß gestört wurde, in raschen Schwingungen zu ihrer Gleichgewichtslage zurückkehren, und diese Schwingungen werden durch einen oder mehrere andere Körper bis zu unserm Gehör fortgepflanzt, so vernehmen wir einen Schall. Die Schwingungen oder Vibrationen erfolgen um so regelmäßiger, je gleichförmiger dicht und je elastischer der schwingende Körper ist. Werden in einem Körper sehr unregelmäßige Schwingungen hervorgerufen, so wird ein verworrener Schall oder ein Geräusch erzeugt, während man den durch einen regelmäßig vibrirenden Körper hervorgebrachten Schall Ton oder Klang nennt. — Am deutlichsten sehen wir diese Schwingungen an einer klingenden Saite.

Das Mittel, wodurch die Schwingungen bis zur Empfindung des Gehörs fortgepflanzt werden, ist gewöhnlich die Luft, aber noch andere gasförmige, so wie flüssige und feste Körper können als Leiter des Schalls dienen. Die Luft wird bei der Fortpflanzung des Schalls in Vibration versetzt; mit jeder Schwingung stößt ein vibrirender Punkt die Luft bald nach der einen bald nach der

andern Richtung fort und bewirkt dadurch, daß dieselbe, vermöge ihrer Zusammendrückbarkeit, wechselsweise auf der einen Seite verdichtet und auf der entgegengesetzten verdünnt wird. Die verdichtete Luft wirkt selbst auch wieder verdichtend auf ihre Nachbartheilchen, indem sie sich ausdehnt, um zu ihrer ursprünglichen Dichte zurückzukehren. Wird umgekehrt ein Theil der Luft verdünnt, so folgt auch eine Verdünnung der benachbarten Theile, sobald die Lufttheilchen von allen Seiten herzuströmen, um den Verlust der verdünnten Luft zu ersetzen. Auf diese Weise pflanzen sich die auf einander folgenden Verdichtungen und Verdünnungen der Luft, ähnlich den Wasserwellen, nach allen Seiten hin fort und bilden sogenannte Schallwellen. Diese Schallwellen bilden in ruhiger Luft Kugeloberflächen von stets wachsendem Halbmesser, und ihre Stärke nimmt in dem Verhältniß ab, als das Quadrat der Entfernung von dem Entstehungspunkte oder das Quadrat des Kugelhalbmessers wächst. Hieraus ergeben sich folgende Gesetze: 1) die Stärke des Schalls steht in umgekehrtem Verhältniß zum Quadrate der Entfernung d. h. in doppelter Entfernung vom Entstehungsorte ist der Schall viermal schwächer, als in der einfachen Entfernung; 2) die Stärke des Schalls steht zur Dichte der Luft in einem geraden Verhältniß, weshalb z. B. die Stimme im Winter kräftiger klingt, als im Sommer; 3) der Schall verbreitet sich in ruhiger Luft mit gleichförmiger Geschwindigkeit. Man hört daher einen Schall in doppelter Entfernung auch erst in doppelter Zeit; 4) der Druck der Luft hat keinen Einfluß auf die Geschwindigkeit des Schalls. Der Schall pflanzt sich daher in höhern Luftschichten eben so schnell fort, als in tiefer liegenden; dagegen wird die Geschwindigkeit des Schalls durch eine Zunahme der Temperatur vergrößert und durch eine Abnahme derselben vermindert, so daß sich demnach der Schall im Sommer im Allgemeinen schneller fortpflanzt, als im Winter.

Die Natur des Schalls kommt bei der Fortpflanzungsgeschwindigkeit nicht in Betracht.

Der Schall pflanzt sich in der Luft bei 0^0 Temperatur in einer Secunde um 1050 Pariser Fuß fort, während das Licht in einer Secunde 42500 Meilen zurücklegt, weshalb wir z. B. bei einem Gewitter wegen der ungleich schnelleren Fortpflanzung des Lichts den Blitz weit eher sehen als wir den Donner wahrnehmen. — In gewissen Mitteln ist jedoch die Fortpflanzung des Schalls bedeutend schneller als in der Luft, so z. B. leitet das Wasser den Schall viermal schneller, Gußeisen 10- und Glas 17mal schneller, als die Luft. So wie die Wellen des Wassers sich durchkreuzen, so durchkreuzen sich auch die Schallwellen, ohne sich gegenseitig in ihrer selbständigen Ausbreitung zu hemmen. An den Kreuzungspunkten entsteht entweder eine Verstärkung des Schalls oder eine Schwächung desselben und diese gegenseitige Einwirkung der sich begegnenden Wellensysteme nennt man Interferenz der Wellen.

Stoßen Schallwellen gegen eine feste Wand, so werden sie nach demselben Gesetz zurückgeworfen wie alle elastischen Körper, d. h. der Einfalls- und der Ausfallswinkel jedes einzelnen Lufttheilchens sind gleich groß und es bilden sich dadurch wiederum Schallwellen, aber von entgegengesetzter Richtung, deren Mittelpunkt eben so weit hinter der festen Wand liegt, als die wirkliche Quelle des Schalls vor derselben. — Durch die Zurückwerfung der Schallwellen entsteht auch das Echo oder der Wiederhall. Dieser entsteht, wenn die feste Wand, an der die Schallwellen zurückprallen, so weit von uns entfernt ist, daß der zurückgeworfene Schall von dem ursprünglichen deutlich unterschieden werden kann; folgt der Wiederhall dem Hauptschall so schnell, daß nicht die geringste Unterbrechung zwischen beiden bemerkbar ist, so nehmen wir einen Nachhall wahr.

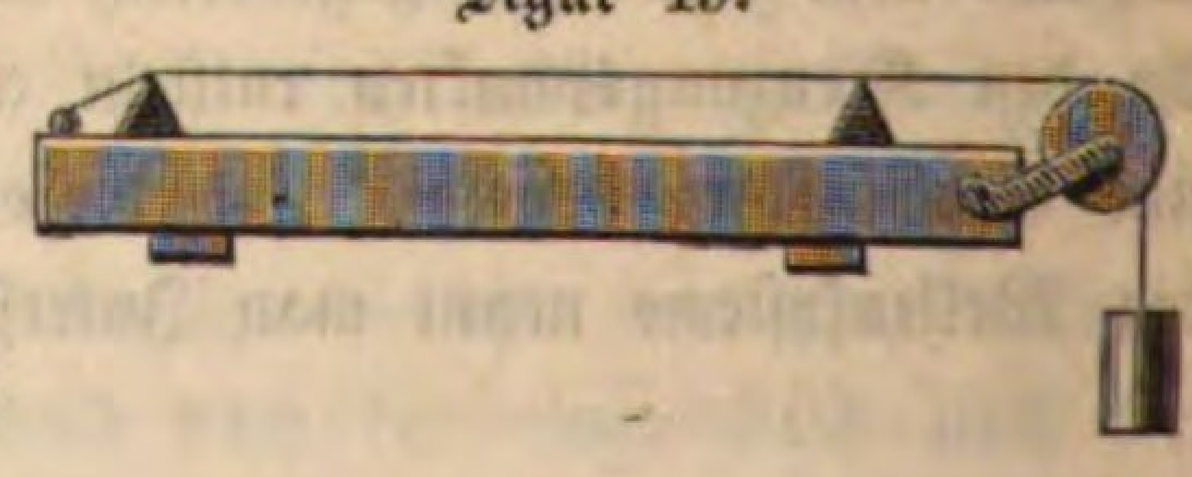
Ein Ton oder Klang wird durch regelmäßige Schwingungen eines Körpers hervorgebracht. Stehen die Schwingungen zur Länge des schwingenden Körpers senkrecht, so nennt man sie transversale oder Querschwingungen; vibriren dagegen die einzelnen Theile der Körper in der Richtung seiner Länge, so heißen sie longitudinale oder Längenschwingungen. Endlich giebt es noch eine dritte Art, die drehende Schwingung.

Elastische Stäbe können sowohl in transversale als auch in longitudinale Schwingungen versetzt werden. Letztere erregt man, wenn man den Stab in der Richtung seiner Länge mit einem Lappen reibt, welchen man mit pulverisirtem Bimsstein bestreut hat. Drehende Schwingungen lassen sich in einem runden Stabe mit einem solchen Lappen erzeugen, indem man denselben in einer, auf seiner Länge senkrechten Richtung reibt.

Die Höhe oder Tiefe des Tons hängt von der Geschwindigkeit ab, mit welcher ein schwingender Körper schwingt. Der Ton ist um so höher, je größer die Anzahl der Schwingungen in einer gegebenen Zeit ist und umgekehrt. Jedoch findet sowohl nach oben, als nach unten eine Grenze Statt, indem wir einerseits die Höhe eines Tons mit unserm Gehörorgan nicht mehr wahrzunehmen vermögen und andererseits sehr langsam auf einander folgende Schwingungen möglicher Weise nicht mehr als ein zusammenhängendes Ganzes hören. — Nach Sawart kommen auf den höchsten Ton 24000 Schwingungen in der Secunde.

Um die Töne nach ihrer Höhe unter sich zu vergleichen, nimmt man einen bestimmten Ton, etwa den, welchen eine Saite bei einer gewissen Spannung von sich giebt, wenn sie die größte Länge hat, als Grundton an und bestimmt nach diesem die relativen Höhen anderer Töne, indem man die Schwingungszahlen derselben durch die Schwingungszahl des Grundtons dividirt. Einfacher verfährt man jedoch, wenn man statt der Schwingungszahlen nur deren Verhältnißzahlen, die sich aus der Seitenlänge am Monochord ergeben, dazu benutzt. Ein solches Monochord (siehe Figur 49) besteht aus

Figur 49.



einer über einen Resonanzboden gespannten Saite, bei welcher sich durch einen beweglichen Steg die Länge des schwingenden Theiles, welcher sich allemal nur von dem einen Ende bis zum andern erstreckt, beliebig verkürzen läßt. Verkürzt man diesen Theil so lange, bis irgend ein bestimmter Ton zum Vorschein kommt, so wird man aus der Länge der schwingenden Theile der Saite leicht das Verhältniß seiner Schwingungszahl zu der des Grundtons berechnen können, da sich diese Zahlen umgekehrt wie die Längen verhalten. Ist die Saitenlänge des zu messenden Tons z. B. $^2/_3$ der ganzen Länge, so verhält sich seine Schwingungszahl zu der des Grundtons wie 1 zu $^2/_3$ (umgekehrt wie die Saitenlängen) d. h. wie 3 zu 2 oder wie $^3/_2$ zu 1; wird also der Grundton mit 1 bezeichnet, so ist die relative Höhe jenes zweiten Tons 3/2. Um indessen Brüche zu vermeiden, kann man für die Schwingungszahl des Grundtons 24 setzen und wird dann für die einzelnen Töne folgende Verhältnißzahlen erhalten:

C	D	E	F	G	A	H	c
24	27	30	32	36	40	45	48

Zwei Töne, welche gleichzeitig zu unserm Ohr gelangen, bringen entweder eine angenehme oder unangenehme Empfindung hervor. Im ersten Falle nennt man die Verbindung der beiden Töne eine harmonische oder eine Consonanz, im zweiten dagegen eine unharmonische oder Dissonanz. Mehrere consonirende Töne bilden einen Akkord. Zwei Töne harmoniren also mit einander, in je kleineren Zahlen sich das Verhältniß ihrer Schwingungszahlen ausdrücken läßt; je öfter also die Schwingungen des einen Tons mit denen des andern zusammentreffen. Spannen wir zwei Saiten auf dem Monochord auf, so entsteht der Einklang, wenn beide vollkommen gleich schwingen. Kommen zwei Schwingungen der einen Saite auf eine Schwingung der zweiten, so haben wir denjenigen Tonabstand (Intervall), den man in der Musik Octav nennt; macht die eine Saite 3 Schwingungen, während die andere zwei macht, so haben wir die Quint. Fünf Schwingungen der einen Saite auf vier der andern geben die Terz. Der Einklang, die Octav und die Quint sind die reinsten Wohlklänge; sie werden daher gewöhnlich beim Stimmen der Instrumente benutzt. Als weitere Consonanzen schließen sich diesen die Terz, die Quart (Verbindung des Grundtons mit dem vierten Ton der Tonleiter) und Sext (Verbindung des 1. und 6. Tons) an; die Secund (Verbindung des ersten mit dem zweiten Ton) und die Septim (Verbindung des ersten und siebten Tons) sind Dissonanzen.

Die Verhältnißzahlen sämmtlicher Tonabstände der sogenannten Dur-Tonleiter, wobei der von Musikern mit dem Buchstaben C angenommen ist, ergeben sich aus folgender Zusammenstellung:

Prime.	Secund.	Terz.	Quart.	Quint.	Sext.	Septim.	Oktav.
C	D	E	F	G	A	H	c
1	$^9/_8$	$^5/_4$	$^4/_3$	$^3/_2$	$^5/_3$	$^{15}/_8$	2

Die wichtigsten Körper, welche in regelmäßige Schwingungen versetzt, zur Erzeugung von Tönen gebraucht werden können, sind Saiten, Metallstäbe und

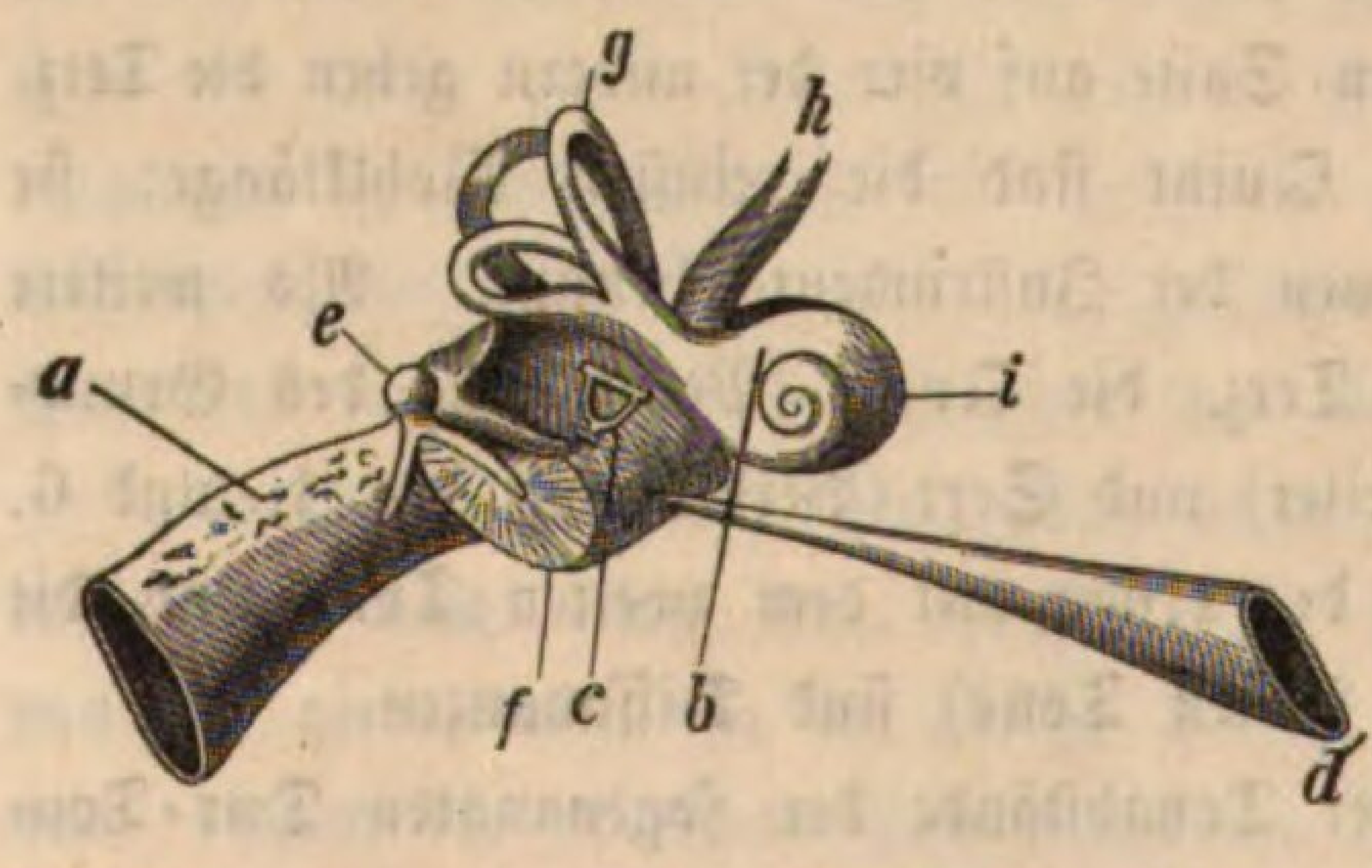
Metallzungen, Thierhäute, Metall- oder Glasplatten und Glocken und endlich die Luft.

Das Stimmorgan und das Ohr des Menschen.

Das herrlichste und musikalische Instrument ist das Stimmorgan des Menschen und der Theil, durch welchen der eigentliche Ton erzeugt wird, ist der Kehlkopf, wiewohl zum vollständigen Stimmapparat die Lungen, die Luftröhre, welche als Windrohr dient, die Mundhöhle, sammt der Zunge, den Zähnen, Lippen u. s. w., wodurch der Ton sowohl verstärkt, auch tausendmal umgeändert wird, wesentlich nothwendig sind. Der Kehlkopf ist der oberste Theil der Luftröhre; er liegt tief unten in der Mundhöhle und ist aus den Knorpeln, Bändern und Muskeln gebildet. Zwei übereinander liegende Paare elastischer Bänder, die Stimmbänder, verengen die innere Höhlung des Kehlkopfes, welche eine Fortsetzung der Luftröhre bildet, so daß nur eine ganz schmale, längliche, nahezu dreieckige Spalte bleibt. Sind die Stimmbänder nicht stark gespannt, schwingen sie daher langsamer und lassen zugleich eine größere Spalte offen, so ist der Ton tief; bei stärkerer Spannung, in Folge deren die Schwingungen rascher erfolgen, und die Stimmritze kleiner wird, entsteht ein höherer Ton. — Der Kehldeckel, ein herzförmiger, elastischer Knorpel, dient dazu, den Kehlkopf theilweise zu schließen und zu verhindern, daß Speisen oder Getränke beim Schlucken in die Luftröhre gelangen.

Die Ohrmuschel, der äußere Theil des Ohrs (siehe Figur 50), dient dazu, die Schallwellen aufzunehmen und dann durch den Gehörgang zum Trommelfell zu leiten, wodurch dasselbe Vibrationen erleidet, welche mittelst der Gehörknöchelchen und durch die Luft zum Labyrinth geführt werden. Durch gewisse

Figur 50.



a. Gehörgang.
f. Trommelfell.
c. Trommelhöhle.
d. Eustachische Röhre.
e. Gehörknöcheln: Hammer, Amboß, Linse und Steigbügel.
b. Vorhof.
g. Drei halbkreisförmige Kanäle.
h. Gehörnerv.
i. Schnecke.

Muskeln kann das Trommelfell mehr oder weniger gespannt und nach auswärts gezogen werden; ist dieses der Fall, so wird dadurch der Steigbügel gegen das ovale Fenster gedrückt und die Vibrationen pflanzen sich vom Trommelfell aus durch die festen Körper, den Hammer, Steigbügel bis zur Flüssigkeit des Labyrinths fort. Bei einem starken Schall wird das Trommelfell nach Außen gezogen; es wird alsdann erschlafft und vom ovalen Fenster abgedrückt,

so daß die Schallwellen nun wieder vom Trommelfell in die Luft und aus dieser in das Labyrinth gelangen. — Die Vibrationen der Flüssigkeiten des Labyrinths theilen sich dem Gehörnerv mit und der erhaltene Eindruck wird durch dessen Zweige auf das Gehirn übertragen.

Anhang zur Physik.

Meteorologie.

Die Atmosphäre unseres Erdballs. Höhe und Dichtigkeit.

Der Dunstkreis unserer Erde umgiebt dieselbe nach Einigen bis zu einer Höhe zu 15 geographischen Meilen, nach Anderen aber nur zu $9\frac{3}{4}$ Meilen, woraus hervorgeht, daß die Höhenbestimmung nur eine ungefähre ist, welches noch mehr einleuchtet, wenn man berücksichtigt, daß die Höhenbestimmung aus der Dämmerung bis zu der Grenze berechnet worden ist, wo die Lufttheilchen das Licht der Sonne nicht mehr reflectiren; denn die Grenze der Dämmerung läßt sich nicht genau beobachten, und es ist auch noch nicht erwiesen, daß das vom Zenith reflectirte Licht nur einmal reflectirt zu uns gelangt.

Die Atmosphäre übt auf die Erde einen Druck aus, welcher auf der Meeresfläche für jeden Quadratzoll 16 Pfund Zollgewicht beträgt; aber dieser Druck nimmt mit der Höhe ab, so daß, Berechnungen zufolge, die Atmosphäre in einer Höhe von 13,407 Pariser Fuß nur eine halb so große Dichtigkeit besitzt, wie an der Oberfläche des Meeres; sie muß daher immer dünner werden und das ist in der That der Fall, so daß wir in den höheren Regionen nicht leben können und der Druck, welchen die Atmosphäre auf uns ausübt, für unser Dasein erforderlich ist. — Ein erwachsener Mensch, dessen ganze Oberfläche der Atmosphäre ausgesetzt ist, erleidet nämlich einen Druck von 33,000 Pfd., also eine Last, welche kaum erträglich sein sollte, wenn nicht unser Körper zu drei Viertheilen aus flüssigen und gasförmigen Substanzen bestände, die diesem Druck einen Gegendruck bieten.

Unter solchen Verhältnissen werden die Luftschiffer auch, wenn sie selbst vermittelst der leichtesten Gasarten ihre Ballons füllen, immerhin nur bis zu einer gewissen Grenze sich hinaufschwingen können, weil bei einer zu dünnen Atmosphäre die Athmung nicht mehr gehörig von Statten gehen wird.

Temperaturverhältnisse der Atmosphäre. Daß der Wechsel der Temperatur unserer Erde stattfindet, können wir täglich wahrnehmen, und daß ein solcher Wechsel stets stattgefunden hat, berichten die ältesten Schriftsteller. — Zur Messung derselben dient das Thermometer.

Die Wärme der Sonnenstrahlen wird von den Erdkörpern verschluckt, geht theilweise durch Leitung in sie über und wird theilweise zurückgeworfen. — Dunkele Körper verschlucken am meisten und werden daher auch am meisten Wärme ausstrahlen.

Da nun die Erde als fester Körper mehr Wärme aufnimmt, als die Luft, so muß sie auch in der Nacht mehr erkalten als die Luft. In der Nacht wird das Thermometer wegen der fortwährenden Ausstrahlung immer mehr sinken.

Ein genau beobachtetes Thermometer wird uns leicht überzeugen, wie sehr an denselben Orten die Temperatur wechselt und daher kann stets nur von einer mittleren Temperatur die Rede sein, welche erhalten wird, wenn wir die Thermometer-Beobachtung in Zwischenräumen vornehmen.

Besonders ist es neben den Luftströmungen die Feuchtigkeit der Atmosphäre, welche einen wesentlichen Einfluß auf die Temperaturverhältnisse und besonders auf den Wechsel derselben ausübt.

Bei dem mit Wolken bedeckten Himmel werden wir es gewiß nicht so kalt finden, als wenn der Horizont heiter ist, da unter ersteren Umständen die Ausstrahlung der Erdwärme nicht so beträchtlich (mitunter auch gar nicht) stattfinden kann, als wenn der Himmel heiter ist. — Im Sommer sind trübe Tage kälter, als heitere, weil die Erde im Sommer mehr Wärme von der Sonne empfängt, als sie während der Nacht ausstrahlt und natürlich der Erdball bei bewölktem Himmel nicht soviel Wärme empfangen kann, da die Wolken den Sonnenstrahlen als Hinderniß in den Weg treten.

Ist der Himmel im Sommer mit Wolken bedeckt, so wird die Temperatur noch mehr erniedrigt, wenn zugleich Regen eintritt. Das Wasser kommt dann nicht allein aus den oberen kalten Regionen der Atmosphäre, sondern das durch Verdunstung wieder in die Atmosphäre übergehende Wasser bindet einen großen Theil Wärme, welchen natürlich der Erdboden geben muß.

Jedermann empfindet allerdings den Temperaturwechsel sehr leicht; wenn auch die kleinen Differenzen ohne Anwendung eines Thermometers ihm entgehen; aber dennoch dürfte eine Tabelle von Interesse sein, welche uns Resultate zu Ofen angestellter Beobachtungen liefert und die Differenzen bei bewölktem und heiterem Himmel enthält.

	Bei hellem Himmel.	Bei bewölktem Himmel.
Januar	$3^0,58$	$8^0,86$
Februar	$2^0,45$	$0^0,80$
März	$3^0,09$	$3^0,61$
April	$10^0,73$	$9^0,11$
Mai	$19^0,01$	$15^0,01$
Juni	$21^0,73$	$18^0,70$
Juli	$23^0,09$	$20^0,55$
August	$22^0,41$	$19^0,65$
September	$17^0,65$	$15^0,59$
October	$10^0,09$	$9^0,91$
November	$3^0,17$	$4^0,19$
December	$0^0,85$	$0^0,41$

Diese Resultate überzeugen uns von der großen Verschiedenheit der Temperatur in den verschiedenen Jahreszeiten und eine solche ist leicht erklärlich, wenn wir das Verhältniß der Erde zur Sonne im Auge haben, wie dies in der „Astronomie“ näher erörtert worden ist. Besonders auffallend muß es aber sein, daß an Orten, die weiter vom Aequator liegen, die Hitzegrade im Sommer und Kältegrade im Winter oft so sehr bedeutend sind, wie sich dieses namentlich im nördlichen Rußland herausstellt. Dies kommt aber daher, daß die Sonnenstrahlen durch längere Dauer das gewinnen, was ihnen an Intensität fehlt.

Beobachten wir das Thermometer, wie oben erwähnt, in kurzen Zwischenräumen und ziehen das Mittel aus diesen Beobachtungen, so erhalten wir eine mittlere Temperatur. Denken wir uns nun alle Orte, die eine gleiche mittlere Wintertemperatur haben, durch Linien verbunden, so haben wir die sogenannten Isochimenen, während Linien gleicher mittlerer Sommertemperatur Isotheren heißen. Uebrigens sind diese Temperaturen nicht für alle Orte gleich, welche gleiche mittlere Jahreswärme haben, z. B. Edinburgh und Tübingen haben gleiche mittlere Jahreswärme von 8,6°, aber die mittlere Temperatur des Winters ist in Edinburgh 3,6°, in Tübingen 0,2°, die des Sommers für Edinburgh 14,4°, in Tübingen 17,1°. Die Richtung der Sonnenstrahlen, so wie auch der Boden, die Ortslage, Thäler und Berge wirken auf die Temperatur sehr wesentlich ein, und daher kommt es denn, daß zu einer und derselben Zeit an nahe gelegenen Orten die Temperatur verschieden ist. Außerdem spielen auch die Winde eine wesentliche Rolle, und will man deren Einrichtung erfahren, so muß die mittlere Temperatur bei den verschiedenen Winden beobachtet werden.

Die Nordwinde, sollte man meinen, seien die kältesten, und die Südwinde die wärmsten; aber Beobachtungen haben gelehrt, daß der kälteste Wind zwischen Nord und Ost und der wärmste zwischen Süd und West liegt. —

Die trockenen Landwinde haben eine schwache Depression der Temperatur zur Folge; durch die feuchten Seewinde dagegen wird die Verdunstung und somit die Erkaltung geringer. Aber auch die Jahreszeiten spielen hier eine einflußreiche Rolle, denn im Winter ist der Südwind der wärmste Wind und der kälteste liegt mehr nach Nordost als nach Norden.

Die Winde sind bekanntlich Luftströmungen, welche durch ungleiche Temperatur der Luftmasse entstehen, und in manchen Gegenden sehr bekannte Richtungen haben. — Im Allgemeinen unterscheidet man See- und Landwinde. Regelmäßige Winde sind die Passatwinde, welche in den Tropengegenden beständig von Osten nach Westen wehen und so das heiße Klima mildern, indem sie der heißen Zone beständig kältere Luft zuführen. Zu unregelmäßigen Winden gehören die Moussons, welche die Hälfte des Jahres meistens in der einen, die andere Hälfte in der entgegengesetzten Richtung wehen.

Wässerige Meteore.

Die Feuchtigkeit der Luft rührt von dem Gehalte an Wasserdampf her und dieser ist von den Temperaturverhältnissen der Atmosphäre der Seen und Flüsse, von denen derselbe aufsteigt, abhängig. Daß Wasser fortwährend verdunstet, davon können wir uns leicht überzeugen, wenn wir etwas Wasser in offenen Gefäßen stehen lassen; wir werden dann nach kurzer Zeit wahrnehmen, daß die Wassermenge abgenommen hat; eben dieselbe Verdunstung findet bei Seen und Flüssen Statt. Um den Gehalt der Luft an Wasserdampf zu messen, bedient man sich der sogenannten Feuchtigkeitsmesser, Hygrometer. Früher pflegte man Haare, Fischbein, Federkiele — Substanzen, welche die Eigenschaft besitzen, Feuchtigkeit zu verdichten — als Feuchtigkeitsmesser zu benutzen. Da aber diese Mittel als sehr unvollkommene erkannt wurden, so suchte man andere Instrumente zu gleichem Zweck anzuwenden und unter diesen ist namentlich das Psychrometer oder der Naßkältemesser (siehe Figur 51) von August zu erwähnen. Dieses Instrument besteht aus zwei mit einander übereinstimmenden Thermometern, von denen die Kugel des einen mit Mousseline überzogen ist, die in ein kleines Schälchen mit Wasser hinabreicht. Dadurch wird natürlich die Kugel des einen ringsum befeuchtet, und die darauf folgende Verdunstung bewirkt ein Sinken des Thermometers, welches so lange von Statten geht, bis die umgebende Luft eine Sättigung von Wasserdampf erfahren hat. Die Differenz zwischen beiden Thermometern ist nun um so größer, je weniger die Luft vorher mit Wasserdampf gesättigt war. Giebt z. B. das trockne Thermometer 20^0 und das nasse 15^0 (nach Celsius) an, so wird die Luft, welche an der Kugel vorbeistreicht, auf 15^0 erkältet und mit Wasserdampf gesättigt. — Zu einer directen Bestimmung des Wasserdampfes für wissenschaftliche Zwecke benutzt man jedoch noch andere Apparate.

Figur 51.



Je nach den Temperaturverhältnissen und Luftströmungen erscheint uns der Wasserdampf der Atmosphäre in verschiedener Gestalt, als Thau, Reif, Schnee, Nebel, Regen u. s. w.

Der Thau bildet sich, wenn die Erde bei heiterem Himmel Wärme ausstrahlt, wodurch eine Verdichtung und Erkältung der Feuchtigkeit des Erdbodens erfolgt, d. h. sich Thautropfen bilden. Bei bedecktem Himmel findet die Thaubildung nicht Statt, weil dann die Ausstrahlung der Erdwärme nicht vor sich gehen kann; wir nehmen vielmehr die Thaubildung nur bei stillen heiteren Nächten wahr. Stellt man in einer heitern Sommernacht einen Schirm auf einen Rasen, so wird man wahrnehmen, daß unter dem Schirm sich kein Thau bildet, während die ganze übrige Rasenfläche mit Thautropfen bedeckt ist.

Reif ist ein an kalten Frühlings- und Herbstmorgen gefrorener Theil des sich abscheidenden Wasserdampfes der Luft.

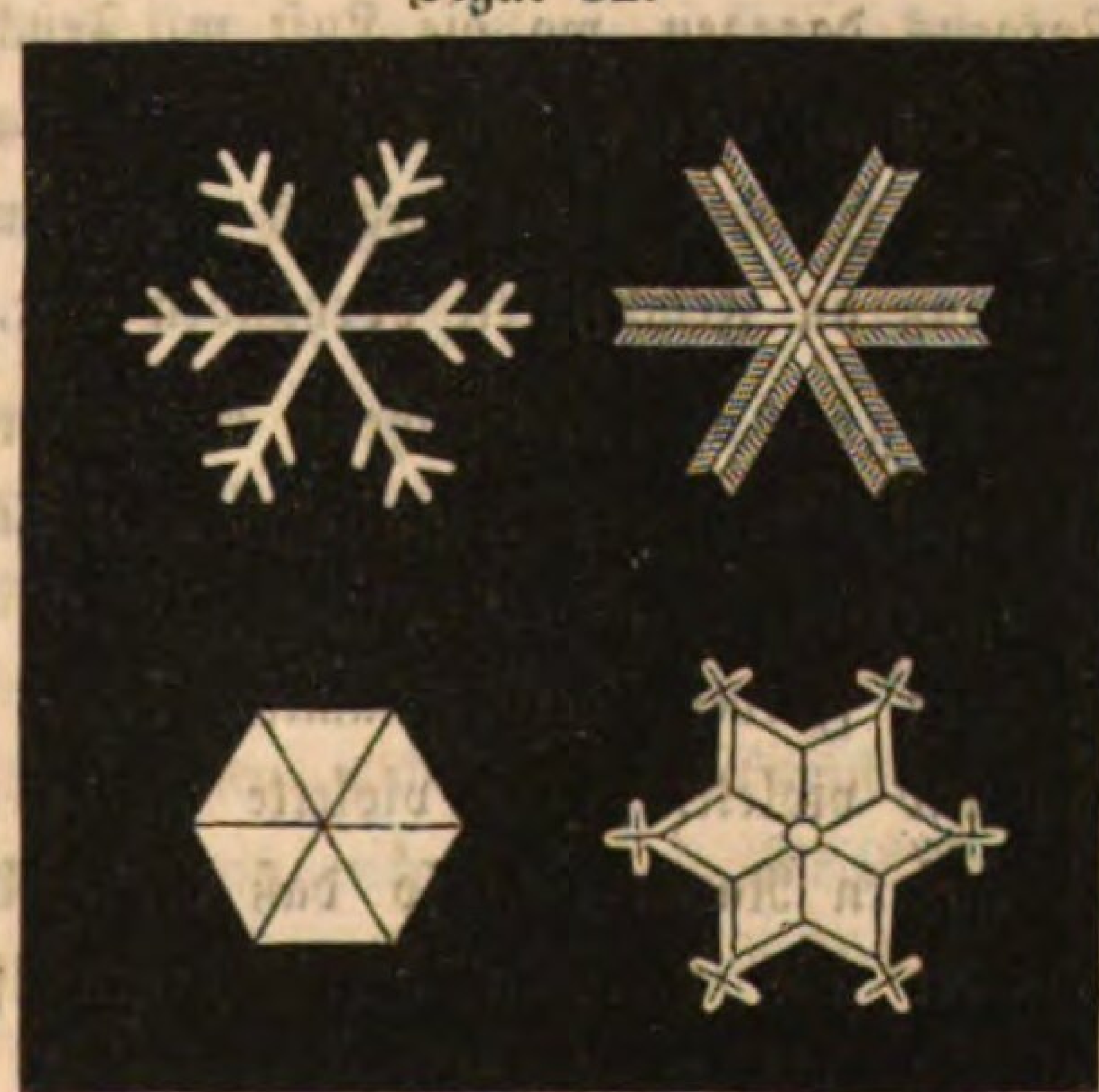
Nebel sind Verdichtungen von Wasserdämpfen, welche in den niedern Regionen der Atmosphäre oder überhaupt in der Nähe der Erdoberfläche vorkommen. Sie entstehen, wenn Wasserdämpfe, die durch die fortwährend vorsichgehende größere oder geringere Verdunstung der Seen und Flüsse aufsteigen, mitten in der kälteren Luft verdichtet werden, wodurch sie sich wesentlich von jenen Erscheinungen, die sich an festen kalten Körpern bilden, unterscheiden. Der Vorgang ist derselbe, als wenn wir Dunstbläschen von kochendem Wasser aufsteigen und in kälterer Luft sich verbreiten sehen.

Die Wolken haben so viel Aehnlichkeit mit den in den niederen Luftschichten verdichteten Wasserdämpfen, daß sie im Wesentlichen dasselbe sind und sich nur dadurch von einander unterscheiden, daß die Wolken sich in den höheren Regionen zeigen. Sie liefern uns die wässerigen Niederschläge, welche wir als Regen bezeichnen und im Winter in From von Schnee zu uns gelangen.

Hinsichtlich der Gestalt der Wolken unterscheidet man drei Hauptformen: 1) die sogenannten Federwolken, deren Hauptcharakter darin besteht, daß zarte Fäden gleichsam als baumähnliche Verzweigungen sich am Himmel hinziehen und sich hin und wieder netzförmig durchkreuzen; 2) Haufenwolken, Halbkugeln, welche sich als eine horizontale Grundfläche zeigen; 3) Schichtwolken, welche als eine horizontal begränzte Nebelschicht erscheinen und sehr häufig an heitern Sommertagen über Wiesen und Gewässern sich bilden. — Tägliche Beobachtungen werden uns indessen leicht überzeugen, daß diese drei Hauptformen nicht die alleinigen sind, sondern daß vielfache Uebergänge der einen Wolkenart in die andere vorkommen.

Der Schnee, welchen wir bei niederer Temperatur empfangen, läßt sich in ungefähr 4 verschiedene Arten eintheilen, nämlich in Wasserschnee, Flockenschnee, Nadelschnee und Staubschnee. Die Gestalt des Schnees ist sehr verschieden, so daß wir eine wirklich mannigfache Art von Schneefiguren beobachten können. Die einzelnen krystallähnlichen Figuren des Schnees aber lassen sich auf 5 verschiedene Hauptarten zurückführen, und zwar auf die Gestalten, dünner Blättchen, flacher, kugeliger Körner mit ästigen Zacken, sechsseitiger Prismen, wie feine Spieße aussehend, sechsseitiger Pyramiden und endlich Spieße, deren eines Ende oder auch beide sich in dem Mittelpunkt eines dünnen Blättchens befindet;

Figur 52.



jedoch ist nicht zu leugnen, daß auch viele Abänderungen dieser Formen vorkommen. — Als gewöhnlich vorkommende Schneefiguren kann die beigegebene Fig. 52 (auf vorstehender Seite) aufgeführt werden.

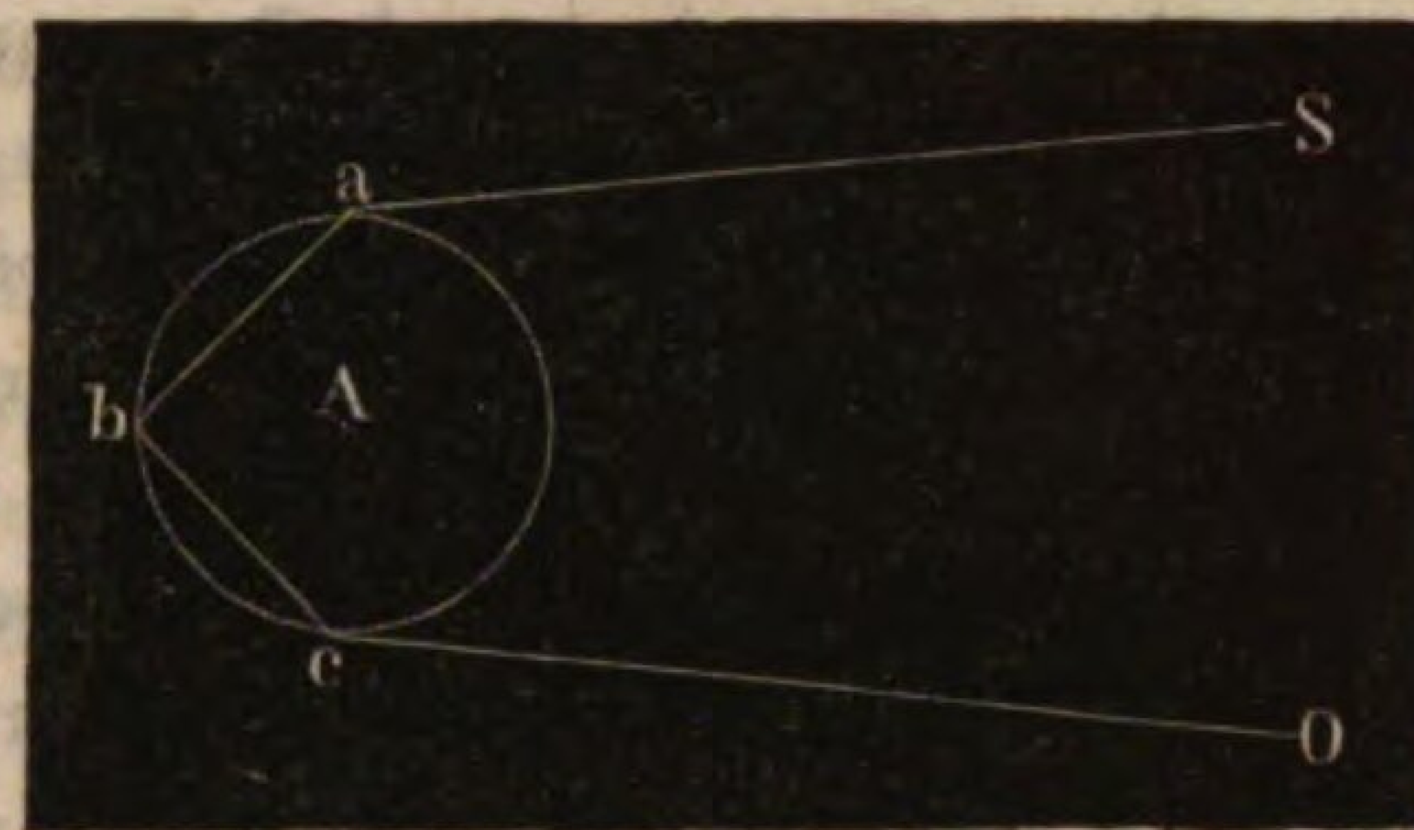
Hagel, Schlossen oder Graupeln erscheinen häufig bei Gewittern und man hat die Erscheinung mit der Elektricität zusammenhängend geglaubt, aber naturgemäßer und wahrscheinlich ist es wohl anzunehmen, daß beim Fallen von Hagel oder Schlossen mit Wasserdampf angefüllte Luftströmungen in die oberen Regionen gehen, denn namentlich zeigt sich doch diese Erscheinung am häufigsten im Frühling, wenn der Erdboden mit Kälte und Feuchtigkeit vom Winter angefüllt, durch die höher steigende Sonne erwärmt wird, wodurch dann eine bedeutende Menge Wasserdampfs in die oberen Regionen geführt wird.

Optische Erscheinungen der Atmosphäre. Eigenthümliche optische Erscheinungen werden durch die Brechung der Lichtstrahlen vermittelst der Luftschichten hervorgerufen.

Die blaue Farbe des Himmels rührt daher, weil namentlich das blaue Licht von den Luftschichten zurückgeworfen wird. Die reine weniger mit Wasserdampf angefüllte Luft scheint die Eigenschaft zu besitzen, die mehr brechbaren Strahlen zurückzuwerfen und die weniger brechbaren durchzulassen. Der Himmel erscheint demnach um so reiner blau, je freier die Atmosphäre von Dunstbläschen und Staubtheilchen ist. Auch die Morgen- und Abendröthe läßt sich auf diese Weise erklären. Der gasförmige Wasserdampf erscheint als vollkommen durchsichtig und läßt alle das weiße Licht zusammensetzenden Strahlen in gleichem Verhältniß durch; bei dem Uebergange in den dunstförmigen Zustand läßt er mehr von den gelben und rothen Strahlen durchgehen, als von den übrigen. Diese Erklärung läßt sich der Erscheinung, daß die Abendröthe weit glänzender ist, als die Morgenröthe, sehr gut anpassen. Schon kurz vor Sonnenuntergang fängt der Boden an, Wärme auszustrahlen; aber ehe noch die Wasserdämpfe ganz verdichtet werden, tritt der Uebergangsproceß der Abendröthe ein. Des Morgens dagegen, wo die Luft mit Feuchtigkeit angefüllt ist, steigen die Wasserdämpfe nicht eher auf, bis die Sonne lange genug ihren Einfluß ausgeübt hat. Ist der Himmel des Morgens sehr feurig, so läßt sich annehmen, daß ein Ueberfluß an Feuchtigkeit vorhanden war.

Regenbogen. Scheint die Sonne auf eine Regenwolke und die Strahlen werden von den Regentropfen zurückgeworfen, so erscheinen auf der entgegengesetzten Seite des Himmels zwei gefärbte Kreisbogen mit schönen prismatischen Farbenbildern, nämlich roth, orange, gelb, grün, hellblau, dunkelblau und violett. Die violette Farbe nimmt hierbei den innern, das Roth den äußern Raum ein, so daß der Halbmesser des rothen Kreises am größten und der des violetten am kleinsten ist. In Figur 53 sei Sa ein Sonnenstrahl, welcher den Regentropfen A bei a trifft, und in der Richtung

Figur 53.



ab gebrochen wird. In b wird derselbe zum Theil hindurchgelassen, zum Theil in der Richtung bc zurückgeworfen. In c erleidet er eine zweite Brechung und gelangt so nach zweimaliger Brechung und einmaliger Zurückwerfung in das Auge O.

Höfe und Ringe. Die Höfe, welche oftmals die Sonne und den Mond umgeben, entstehen ebenfalls durch die Beugung der Lichtstrahlen vermittelst niedergeschlagener Wasserdämpfe.

Von den eigentlichen Höfen unterscheidet man die sogenannten Kränze, welche sich in fedrigen Schicht- oder Haufenwolken zeigen.

Eine sehr auffallende optische Erscheinung ist die sogenannte Luftspiegelung, bei welcher Luftbilder ohne sichtbaren Nebel hervorgerufen werden. Es kommt nämlich vor, daß man tiefliegende Gegenstände auf tiefliegenden Ebenen verdoppelt sieht, so daß man die Abspiegelung entweder über dem wahren oder unter dem eigentlichen Bilde wahrnimmt, wodurch manche Täuschungen veranlaßt worden sind. — Eine solche Spiegelung hat ihre Ursache in der Temperaturverschiedenheit des Wassers und der Luft und tritt meistens bei schnellem Temperaturwechsel ein. Ist der Boden bedeutend wärmer, als die Luft in der Höhe unseres Auges, so werden wir zuerst den zu beobachtenden Gegenstand geradezu sehen, aber ein zweiter nach unten gegangener Strahl erleidet eine Krümmung, und wir werden den Gegenstand unter seinem eigenen Bilde verkehrt sehen, als ob es sich hier abspiegele. Ist aber die Luft in der Tiefe kälter, als einige Fuß höher, so werden wir die Spiegelung über dem wirklichen Bilde wahrnehmen.

Atmosphärische Elektricität. Thatsachen lehren uns, daß die Atmosphäre mit Elektricität angefüllt ist, und zwar mit positiver, während die Erde negative Elektricität enthält, so daß letztere immer einen Gegensatz bildet. Es wird also zwischen beiden eine fortwährende Anziehung stattfinden; die Gewitterwolken werden demnach genöthigt sein, sich mehr nieder zu senken. — Je mehr Elektricität eine Wolke also hat, desto tiefer wird sie sinken; je feuchter die Luft ist, desto mehr wird die gleichartige Wolkenelektricität geleitet, desto mehr aber auch wird die ungleichartige angezogen und ist eine elektrische Entladung zu erwarten. — Der elektrische vertheilende Einfluß einer Gewitterwolke erstreckt sich auf eine andere Wolke, und wie aus Obigem hervorgeht, auf den Boden; eine schwere Wolke hebt daher den natürlichen elektrischen Zustand aller Körper ihrer Umgebung auf, mithin muß auch auf diese Weise das elektrische Fluidum der Erde entwickelt werden und sich allmählich mehr häufen, je näher die Wolken kommen.

Ueber die Entstehung der Elektricität sind viele Ansichten zu Tage gefördert worden. Vegetations- und Verbrennungsproceß, überhaupt chemische Processe sind als die Quellen atmosphärischer Elektricität aufgeführt worden, aber dennoch dürfte die ältere Ansicht, daß die Reibung der Lufttheilchen als die Quelle der Elektricität anzusehen sei, vor allen übrigen noch immer als die wahrscheinlichste betrachtet werden können.

Die Erscheinungen des Blitzes gleichen im Allgemeinen denjenigen, welche durch die Entladung galvanischer Batterien hervorgerufen werden. Sie sind eine Folge gegenseitiger Einwirkung der mit einer ungleich starken Elektricität beladenen Wolke, so wie der in den Wolken angehäuften positiven Elektricität und der negativen Elektricität der Erde. Finden sich zwischen den Wolken und der Erde gute Leiter, so wird das Herabfahren des Blitzes auf die Erde bedeutend gefördert und durch die Neigung gute Leiter zu suchen, kommt es auch, daß der Blitz hervorragende Gegenstände leichter trifft, als den Boden.

Hinsichtlich der Frage, ob die Elektricität Ursache oder Folge des Gewitters sei, mag erwähnt werden, daß die Gewitter sich nur dann bilden, wenn schnell Dünste aufsteigen, da hierdurch die Erde sehr stark negativ wird und die höheren Luftschichten stark positiv werden; so wie nun die höheren Luftschichten tiefer herabsinken, muß eine Neutralisation der entgegengesetzten Elektricitäten erfolgen. Man könnte also nicht mit Unrecht sagen, daß die Elektricität bei feurigen Erscheinungen als Ursache hervortritt, aber bei den atmosphärischen Phänomenen als Begleiter derselben angesehen werden darf.

Das Wetterleuchten rührt von tief am Horizonte stehenden Gewittern her.

St. Elmsfeuer ist ebenfalls eine elektrische Erscheinung, welche in einem ruhigen Leuchten besteht und an hohen Gegenständen, Thurmspitzen 2c. wahrgenommen wird, wenn der Horizont mit vielen Gewitterwolken bedeckt ist.

Höhenrauch bildet sich beim Abbrennen des Haidekrauts, welches zur Cultur des Bodens vorgenommen wird, aber historischen Berichten aus der frühesten Zeit zufolge, so wie nach den Erscheinungen, welche wir bei Gewittern wahrnehmen, ist zu schließen, daß sämmtlicher Höhenrauch nicht allein von jenen Bränden herrührt, sondern es ist vielmehr nicht ganz unrichtig, wenn wir als Ursache des Höhenrauchs auch die Auflösung der Gewitter annehmen, oder vielmehr schließen, daß der Höhenrauch eine Folge der nicht gehörig zur Perfection gekommenen Gewitter sei, oder besser noch, als eine Folge der unterdrückten Entladung der Elektricitäten angesehen werden könne.

Wasserhosen sind bekanntlich Wassermassen, welche auf dem Meere wirbelförmig in die Höhe getrieben werden. Sie entstehen aller Wahrscheinlichkeit nach dadurch, daß zwei entgegengesetzte Winde sich entgegenstreben oder neben einander fortstreichen oder auch, wenn in den oberen Regionen ein heftiger Wind weht, welcher auf die unteren ruhigeren Luftschichten stößt; so daß eine kreiselnde

Bewegung hervorgebracht wird. Nun fragt es sich aber, ob die Wasserhosen wirklich Meerwasser sind, oder ob sie auch durch verdichtetes Wasser gebildet werden. Sind die Luftströmungen, welche einander entgegenkommen oder neben einander hinstreichen, sehr heftig, und ist ihre Temperatur nebst dem Dampfgehalt sehr verschieden, so muß natürlich auch der Dampf sehr rasch verdichtet werden. Man hat beobachtet, daß der größere Theil der Wasserhosen aus verdichtetem Wasser besteht, denn das auf die Schiffe herabfallende Wasser wurde nicht salzig gefunden. Es ist demnach auch anzunehmen, daß der größere Theil der Wasserhosen aus verdichtetem Wasser bestehe, wenn auch wirklich mitunter ein Theil des Wassers der Meeresfläche mit fortgerissen wird.

Sandhosen kommen auf dem Lande vor, wenn Wirbelwinde sich bilden und Staub oder Sand, ja selbst oft schwere Gegenstände in die Höhe treiben.

Meteorsteine. Diese feurigen Massen, welche aus den oberen Regionen mit einem eigenthümlichen Getöse auf unsere Erdoberfläche fallen, sind schon im vorigen Jahrhundert beobachtet worden. Sie sind Mineralgemenge von verschiedener Zusammensetzung; in allen ist jedoch das Eisen am meisten vertreten und nächst diesem Element kommt das Nickel, aber in manchen Meteorsteinen finden sich auch Kobalt, Mangan, Chrom, Kupfer, Zinn, Arsenik, Calcium, Magnesium, Aluminium, Silicium, Schwefel, Chlor, Kohle u. s. w.

Eine der größten dieser steinähnlichen Massen wurde in der Nähe vom Jenisey 1400 russische Pfund schwer gefunden, eine andere 194 Pfund schwere Masse fand man z. B. bei Lenarto in Ungarn, ferner eine dergleichen von 30000 Pfund im Bezirk San Jago del Estero in Südamerika; eine 165 Pfd. schwere Meteormasse, welche sich aus reinem Eisen bestehend zeigte, wurde in Alabama gefunden.

Ueber die Entstehung der Meteorsteine sind die Ansichten sehr getheilt. So hat man z. B. dieselben für Bruchstücke der Auswürfe von Vulkanen anderer Weltkörper gehalten, aber schwerlich dürften die Producte vulkanischer Ausbrüche in so weite Entfernung geschleudert werden und außerdem ist die Zusammensetzung der ausgeworfenen vulkanischen Massen unseres Planeten von der der Meteorsteine wesentlich verschieden.

Wahrscheinlicher scheint die Annahme zu sein, daß die Meteormassen durch Verdichtung metallischer Dämpfe, welche von unserm Erdball in die oberen kälteren Luftschichten aufsteigen, gebildet werden; und daß bei dieser Verdichtung eine besondere Naturkraft, wie z. B. Elektricität oder Magnetismus, ihre Wirkung geltend macht.

Polarlichter. Mit diesem Ausdruck bezeichnet man am Nord- und Südpol beobachtete eigenthümliche helle Lichtscheine, welche, weil sie von uns aus bekanntlich nördlich wahrgenommen werden, meistens die Bezeichnung „Nordlichter" erhalten.

Ein jeder Beobachter solcher Nordlichter wird nach der Natur derselben fragen, und kann auch eine bestimmte Antwort nicht gegeben werden, so liegt doch die Wahrscheinlichkeit nahe, daß ein Nordlicht als eine elektrische Erscheinung betrachtet werden darf, und zwar deshalb, weil jene Erscheinung auf die Magnetnadel lebhaft einwirkt. — Elektricität und Magnetismus stehen zu einander in engster Beziehung, so daß sich die während der Nordlicht-Erscheinungen beobachtete Unruhe der Magnetnadel und der daraus gefolgerte Zusammenhang derselben mit dem Erdmagnetismus mit der elektrischen Erklärung recht gut zusammenreimen läßt, um so mehr, wenn wir den Erdmagnetismus als eine Folge elektrischer Ströme, welche die Erde umziehen, annehmen.

Irrlichter. Diese kleinen herumhüpfenden Flämmchen, welche sich vorzugsweise auf feuchten, sumpfigen Wiesen oder in Moorgegenden, so wie auch auf Friedhöfen zeigen, sind aufsteigende Gasblasen, welche in Berührung mit der atmosphärischen Luft sich entzünden und ihre Entstehung verwesten Thier- oder Pflanzenkörpern verdanken. Diese Gasarten sind wahrscheinlich Phosphorwasserstoffgas, welches sich an der Luft selbst entzündet und Kohlenwasserstoffgas, welches durch das gleichzeitig aufsteigende erstere Gas entzündet wird; jedoch kann auch immerhin ein noch nicht bekanntes an der Luft selbst entzündliches Kohlenwasserstoffgas sich entwickeln.

Chemische Zusammensetzung der Atmosphäre. Der Dunstkreis unserer Erde ist im Wesentlichen aus vier Luftarten, Sauerstoffgas, Stickstoff, Kohlensäure und Wasserdampf zusammengesetzt. Die beiden ersten Gasarten sind in bestimmten Verhältnissen (siehe Chemie) darin gemengt und zwar zu 21 Raumtheilen Sauerstoff und 79 Raumtheilen Stickstoff. — Kohlensäure und Wasserdampf kommen in wechselnden Verhältnissen darin vor; die erstere etwa zu $^1/_{25}$ Procent; letzterer zu $^4/_5$ Procent; jedoch sind diese Verhältnisse sehr abweichend, namentlich nimmt die Kohlensäure mit der Höhe an Menge zu. — Außerdem finden sich in der Atmosphäre Ammoniak, Salpetersäure und Ozon in geringer, in verschiedenen Perioden wechselnder Menge.

Siebentes Buch.

Grundzüge

der

Astronomie.

Grundriß der Astronomie.

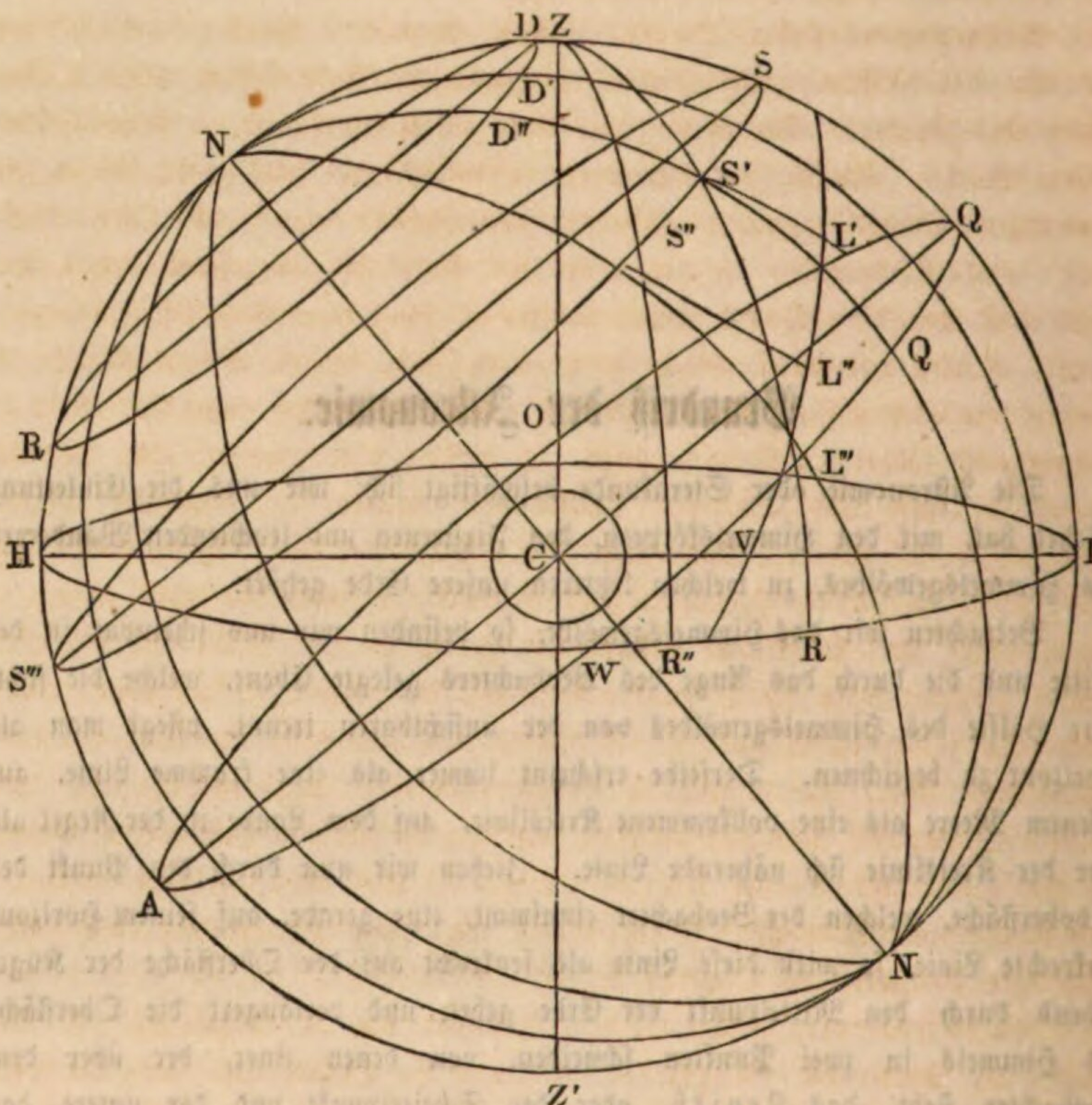
Die Astronomie oder Sternkunde beschäftigt sich, wie uns die Einleitung gelehrt hat, mit den Himmelskörpern, den Fixsternen und leuchtenden Wanderern des Himmelsgewölbes, zu welchen letzteren unsere Erde gehört.

Betrachten wir das Himmelsgewölbe, so befinden wir uns scheinbar in der Mitte und die durch das Auge des Beobachters gelegte Ebene, welche die sichtbare Hälfte des Himmelsgewölbes von der unsichtbaren trennt, pflegt man als Horizont zu bezeichnen. Derselbe erscheint immer als eine krumme Linie, auf offenem Meere als eine vollkommene Kreislinie, auf dem Lande in der Regel als eine der Kreislinie sich nähernde Linie. Ziehen wir nun durch den Punkt der Erdoberfläche, welchen der Beobachter einnimmt, eine gerade, auf seinem Horizont senkrechte Linie, so wird diese Linie als senkrecht auf der Oberfläche der Kugel stehend durch den Mittelpunkt der Erde gehen und verlängert die Oberfläche des Himmels in zwei Punkten schneiden, von denen einer, der über dem Beobachter steht, das Zenith, oder der Scheitelpunkt und der untere das Nadir oder der Fußpunkt (siehe Figur 1) des Beobachters genannt wird. Ein Bleiloth wird die Stellung, welche wir zum Horizont einnehmen, versinnlichen und uns klar machen, daß die mit jeder durch den Punkt unserer Füße in der Horizontebene gezogene gerade Linie einen rechten Winkel bildet.

Die Peripherie oder der Umfang der Horizontebene wird, wie jede Kreisperipherie in 360 gleiche Theile getheilt, welche man als Grade bezeichnet. — Die Hälfte beträgt 180 und das Viertel 90 Grade.

Durch den Scheitelpunkt denken wir uns Kreise gelegt, welche auf der Horizontebene senkrecht stehen und als Scheitel-Vertikalkreise bezeichnet werden. Die Hälfte derselben liegt über unserem Horizont und vom Scheitelpunkt des Horizonts bis zur Grenze sind nur 90 Grade. — Der Scheitelpunkt ist überall 90 Grade des Vertikalkreises vom Horizont der Peripherie der Horizontebene entfernt. Der Scheitelpunkt hat eine Höhe von 90 Graden. — Diejenigen Kreise, welche parallel mit dem scheinbaren Horizont gedacht werden, heißen Höhenkreise, welche, da der Himmel als ein Gewölbe erscheint, um so kleiner werden, je weiter man sie sich vom Horizont entfernt denkt.

Figur 1.



Erläuterung zu Figur 1.

ANQN' der Himmel, NN' die Achse und NN' die Pole des Kreises AWQO. ZZ' die Achse und ZZ' die Pole des Kreises HWRO. Befindet sich der Beobachter bei Z, so ist Z das Zenith und Z' das Nadir. ZR, ZR'ZR'' Vertikal-Höhenkreise, N der Nordpol. N' der Südpol. NQ, NQ'NQ'' Stundenkreise. NZRA Meridian. R Südpunkt. H Nordpunkt. HCR Mittagslinie. O Osten. W Westen. RR' = RZR' Azimuth des Sterns S, und RR = RZR' das Azimuth des Sterns S''. V Frühlingspunkt. VL''L Ekliptik. SS'EE und DD'D''B Parallelkreise. ESS''E Tagbogen. ES''E Nachtbogen.

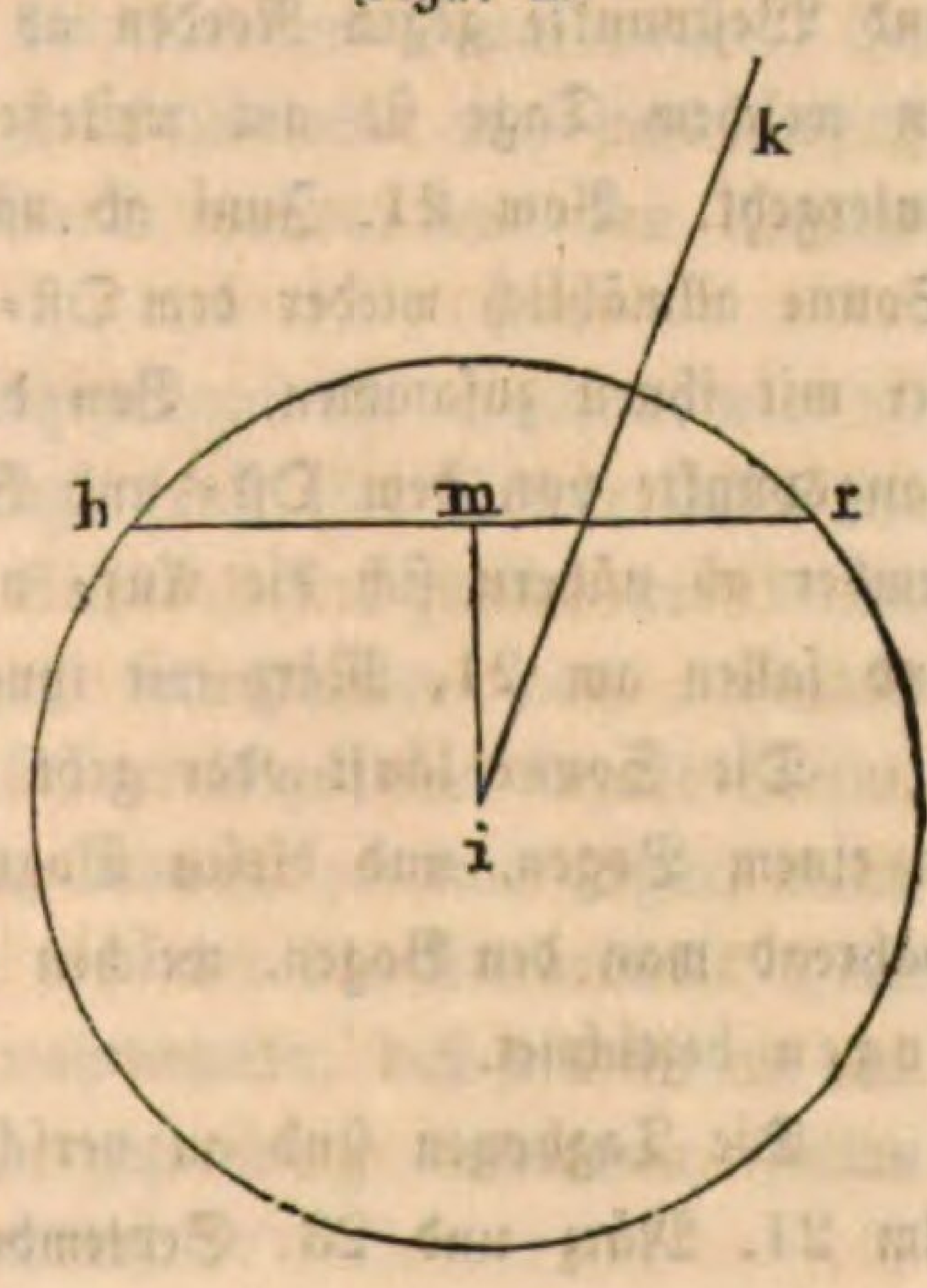
Die Gegend des Horizonts, wo die Sonne des Morgens über demselben heraufkommt oder aufgeht, heißt die Morgengegend, Morgen oder Osten; wo sie unter den Horizont hinab zu steigen pflegt, die Abendgegend, Abend oder Westen. Osten und Westen stehen einander gegenüber.

Jedermann weiß, daß die Sonne nach ihrem Aufgange immer höher steigt, bis sie ihren höchsten Stand erreicht, was Mittags um 12 Uhr der Fall ist; oder wenn dieses stattfindet, so ist es Mittag. Die Gegend unseres Horizonts, über welchem dann die Sonne steht, heißt Mittagsgegend, Mittag oder Süden,

die ihr gerade entgegengesetzte, Mitternacht oder Norden. Wir haben demnach vier Weltgegenden: Osten, Westen, Süden, Norden. Wenden wir Mittags 12 Uhr das Gesicht gegen Süden, so haben wir links Osten, rechts Westen, hinter uns Norden. Drehen wir uns links im Kreise herum, so folgen Süden, Osten, Norden, Westen auf einander. Während wir nun unter diesen Benennungen Himmelsgegenden verstehen, unterscheidet man auch Ost-, West-, Süd- und Nordpunkte, die gerade in der Mitte der Gegenden liegen, und zwar muß man diese Punkte genau bestimmen, sonst kann man sich nicht orientiren. Richten wir unser Gesicht genau nach Osten, wo die Sonne aufgeht, so können wir auch wissen, wo die übrigen Himmelsgegenden sind, aber wenn die Sonne auch immer im Osten aufgeht, so werden wir bemerken, daß sie nicht immer in einem und demselben Punkte oder vielmehr im Ostpunkte aufgeht; eben dasselbe ist mit dem Untergange der Sonne der Fall; findet dieser auch stets in der westlichen Himmelsgegend Statt, so geschieht es nicht immer im Westpunkte. Der Punkt, an welchem die Sonne am 21. März und 23. September aufgeht, heißt der Ostpunkt; derjenige, in welchem sie an diesen Tagen untergeht, heißt der Westpunkt. Verbindet man nun beide im Gedanken durch eine gerade Linie, die folglich in der Horizontebene liegt und sogleich durch unsern Standpunkt geht und errichtet man auf derselben in unserm Standpunkte, in der Horizontebene eine senkrechte Linie, so trifft diese gehörig verlängert den Nord- und Südpunkt. Beide Linien theilen die Horizontebene und mithin auch ihre Peripherie in 4 gleiche Theile.

Es ist zwar oben gesagt worden, daß wir am 21. März und 23. September die Punkte der Weltgegenden zu finden im Stande sind; wünschenswerth muß es aber erscheinen, die Weltgegenden an jedem sonnenhellen Tage bestimmen zu können und dieses kann auf folgende Weise geschehen.

Figur 2.



Steht die Sonne an einem Tage am höchsten, so wirft ein senkrecht auf der Horizontebene errichteter Stab für diesen Tag den kürzesten Schatten. Derselbe ist genau nach Norden, rückwärts verlängert nach Süden gerichtet. Beim Sonnenauf- und Untergang ist der Schatten lang; am Morgen fällt er gegen Westen, am Abend gegen Osten.

Errichten wir z. B. auf einer horizontalen Tischfläche einen senkrechten Stift ik und beschreiben aus i auf der Tischebene einen Kreis von solcher Größe, daß der Schatten des Stabes am Morgen größer, gegen Mittag kleiner ist, als der Halbmesser des Kreises, so daß der Endpunkt des Schattens am Morgen

und folglich auch am Nachmittage durch die Peripherie des Kreises hindurch rückt. Merkt man sich nun die Punkte, wo dieses geschieht z. B. h und r und bezeichnet sie durch Einstiche mit einer Nadel; verbindet man ferner die Punkte durch eine gerade Linie hr, theilt sie in zwei gleiche Theile in m und zieht die gerade Linie im, so hat im genau die Richtung von Süden nach Norden. Diese gerade Linie nennt man Mittagslinie, welche, bis zur Grenze des Horizonts verlängert, den Nord- und Südpunkt bezeichnet.

Die Mittagslinie liegt in der Horizontebene und zugleich in der Ebene des Scheitelkreises, welcher durch den Nord- und Südpunkt geht. Diesen Scheitelkreis pflegt man Mittagskreis oder Meridian (siehe Figur 1) des Ortes zu nennen, wo man sich befindet. Man nennt ihn deshalb Mittagskreis, weil es an jedem Tage für den bestimmten Ort Mittag ist, wenn die Sonne (der Mittelpunkt der Sonne) durch diesen Kreis geht.

Den Kreis, welchen die Sonne am 21. März und 23. September zu durchlaufen scheint, nennt man Aequator oder Gleichmacher, welcher den Himmel in zwei gleiche Theile theilt, von denen man den einen, in welchem der Nordpol liegt, die nördliche und den andern die südliche Halbkugel nennt. Die größten Kreise, welche wir uns durch den Nordpol oder auch durch den Südpol gezogen denken und daher auf dem Aequator senkrecht stehen, werden Declinations- oder Stundenkreise genannt und der Bogen, welcher zwischen dem Aequator und einem Stern vorhanden ist, heißt die Declination oder Abweichung des Sterns. Betrachten wir die Sonne hinsichtlich ihres Auf- und Unterganges, so wissen wir, daß diese in der östlichen und westlichen Weltgegend stattfindet, aber nicht immer in denselben Punkten; man bezeichnet daher die Entfernung des Aufgangspunktes der Sonne von dem Ostpunkte als Morgenweite; die Entfernung des Untergangspunktes der Sonne von dem Westpunkt als Abendweite.

Vom 21. März an weicht der Aufgangs- und Untergangspunkt vom Ost- und Westpunkte gegen Norden ab und zwar bis zum 21. Juni jedes Jahres, an welchem Tage sie am weitesten vom Ostpunkte auf- und vom Westpunkte untergeht. Vom 21. Juni ab nähern sich die Auf- und Untergangspunkte der Sonne allmählich wieder dem Ost- und Westpunkte und treffen am 23. September mit ihnen zusammen. Von diesem Tage ab weichen die Auf- und Untergangspunkte von dem Ost- und Westpunkte gegen Süden zu ab. Vom 21. December ab nähern sich die Auf- und Untergangspunkte dem Ost- und Westpunkte und fallen am 21. März mit ihnen wieder zusammen.

Die Sonne läuft oder geht an jedem Tage des Jahres über den Horizont in einem Bogen, und diesen Bogen nennt man den Tagbogen der Sonne, während man den Bogen, welchen sie während der Nacht durchläuft als Nachtbogen bezeichnet.

Die Tagbogen sind an verschiedenen auf einander folgenden Tagen ungleich. Am 21. März und 23. September betragen sie 180 Grad, d. h. die Hälfte

eines Kreises. Vom 21. März bis zum 21. Juni wächst die Zahl der Grade der Tagesbogen täglich.

An jedem Tage erreicht die Sonne in dem Augenblicke, in welchem ihr Mittelpunkt durch den Meridian geht, ihre größte Höhe. Man sagt dann, sie culminirt. Die Punkte des Meridians, in welchen es geschieht, heißen Culminationspunkte der Sonne.

In dem Augenblicke, wo der Sonnenmittelpunkt durch den Meridian eines Orts geht, ist es daselbst Mittagszeit, d. h. Mittags 12 Uhr und darnach werden die Uhren gestellt. Die Zeit, welche von einem Durchgange der Sonne durch den Meridian bis zum nächsten Durchgange verfließt, heißt ein Sonnentag, welcher wie der bürgerliche, der mit 12 Uhr Mitternachts beginnt, in 12 gleiche Theile, Stunden genannt, getheilt wird. Die Zeiten zwischen je zwei auf einander folgenden Durchgängen der Sonne durch den Meridian sind bis auf kleine Abweichungen einander gleich, folglich sind auch die 24 Stunden, d. h. die Stunden an den einzelnen Tagen einander gleich.

Die Zeiten von einem Sonnenaufgange bis zum Sonnenuntergange sind nicht gleich lang. Am 21. März und 23. September geht in ebenen Gegenden die Sonne um 6 Uhr Morgens auf und um 6 Uhr Abends unter. Tag und Nacht sind dann einander gleich oder gleich lang und diese Tage nennt man die Tag- und Nachtgleichen. Vom 21. März an nehmen die Tage mehr und mehr zu, während die Nächte abnehmen. Am 21. Juni ist der längste Tag und von da nehmen die Tage ab und die Nächte zu, und zwar bis zum 21. December. Am längsten Tage tritt die Sonne vom Aequator in den Wendekreis des Krebses, am kürzesten Tage in den Wendekreis des Steinbocks. An jenem ersten Tage hat die Sonne ihre größte Abweichung oder Entfernung vom Aequator nach Norden erreicht; sie kehrt zum Aequator zurück und steht also einen Augenblick scheinbar still und dieser Punkt heißt der Sommer- oder Sonnenstillstandspunkt, der 21. Juni der Tag der Sommer-Sonnenwende. Am kürzesten Tage kehrt die Sonne zum Aequator zurück scheinbar um, steht folglich scheinbar einen Augenblick still und diesen Punkt nennt man den Winter-Sonnenstillstandspunkt.

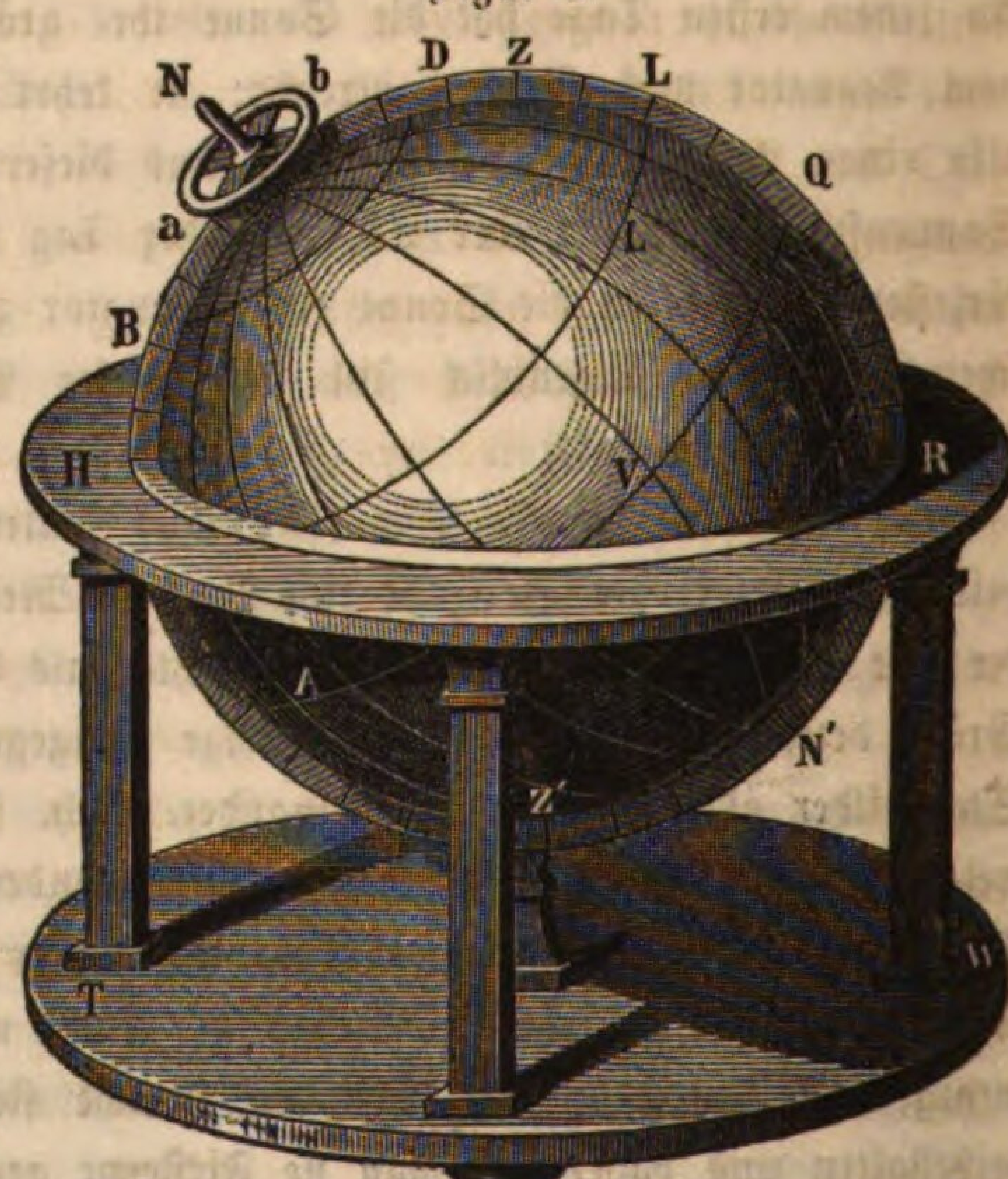
So wie die Sonne eine Zeit lang untergegangen ist, nehmen wir bei heiterem Himmel am Horizont eine zahllose Menge funkelnder Sterne wahr, die der mit guten Augen versehene Beobachter als Sterne erster, zweiter und dritter Größe bezeichnen kann. Sternkundige hingegen unterscheiden noch besondere Sternbilder oder Gestirne von einander, d. h. sie vereinigen eine Anzahl Sterne, welche zusammenstehen zu einer zusammenstehenden Gruppe, zu einer Figur, einem Bilde und geben diesem einen Namen. Wenn wir aber der Sternenwelt einige Aufmerksamkeit schenken, so werden wir leicht wahrnehmen, daß die Sterne mit wenigen Ausnahmen, die Stellung, welche sie gegenseitig einnehmen, fortan beibehalten und daher hat man sie Fixsterne genannt.

Eine geringe Anzahl Sterne hingegen kann nicht unter die Fixsterne gezählt werden, denn, wenn man diese Tage oder Monate hindurch beobachtet, so wird eine Aenderung in ihrer Stellung den übrigen gegenüber wahrnehmbar und diese Sterne nennt man Planeten. Mitunter zeigen sich aber auch am Horizonte seltsame Lichtkörper, die sich durch einen nebelhaften Schimmer auszeichnen und gleichsam mit einem Schweif versehen sind, gewöhnlich aber bald wieder verschwinden. Solche Sterne nennt man Kometen oder Schweifsterne, so daß wir bei Abwesenheit des Sonnenlichtes am Himmelsgewölbe den allbekannten Mond, die Fixsterne, Planeten und Kometen wahrnehmen.

Ehe wir aber diese verschiedenen Sterngruppen, einzelne wichtigere Körper derselben, genauer betrachten, wird es von Interesse sein, wenn wir uns eine Anleitung vorführen, wie man sich am gestirnten Himmel orientirt.

Gewöhnlich geht man vom Sternbild des großen Bären aus, welches man zu allen Jahreszeiten leicht auffinden kann. Denkt man sich durch die beiden hinteren Sterne eine Linie verlängert, so findet man den Polarstern, welcher sehr geeignet ist um auszumitteln, nach welcher Richtung hin Norden liegt. Hat man einmal den großen Bären und den Polarstern gefunden, so hat man Anleitung zum Auffinden der übrigen Sternbilder; jedoch ist eins der besten Mittel ein guter Himmelsglobus, dessen nähere Einrichtung (siehe Figur 3) zu besprechen hier am Orte sein dürfte. Figur 3 zeigt ein solches Instrument, welches aus einer Kugel besteht, deren zwei einander gegenüberstehenden Punkte NN′ durch zwei Stifte in einem in Grade getheilten Ring so befestigt sind, daß sich diese Kugel um die gerade Linie NN′ als um eine Achse frei drehen läßt. Der Ring ruht auf einem Fußgestell, dessen oberer Rand aus einem ebenfalls eingetheilten Ringe besteht. Der Stift bei N, der sich mit der Kugel zugleich dreht, trägt einen Zeiger, der auf einem andern metallenen Ringe und in 24 Stunden getheilten Kreise ab der sogenannten Rose sich bewegt. Die beiden Punkte NN′ stellen die Weltpole und die gerade Linie NN′ stellt die Weltachse vor. In kleinen Entfernungen von den Polen ist der Aequator AVQ mit seinen durch L und D gehenden Parallelkreisen und der Ekliptik (oder Sonnenbahn) VL′L.

Figur 3.



Die durch N und N', also senkrecht mit dem Aequator gehenden Kreise N Q N', N Q' N', N V N' sind Declinations- oder Stundenkreise. Nimmt man daher V als den Frühlingspunkt und S' als irgend ein Gestirn an, so wird wenn S' L senkrecht auf der Ekliptik steht, V Q' die gerade Aufsteigung, Q S' die Declination, V L' die Länge, L' S' die Breite des Gestirns S' sein. Der metallene Ring, welcher stets mit dem Declinationskreise der Kugel zusammenfällt, stellt den fixen Meridian und der Kreis H R' des Fußgestelles den Horizont des Beobachters vor, dessen Zenith Z und Nadir Z' ist. Will man nun den Globus für jede gegebene Zeit in der Weise stellen, daß man ihn richtig gebrauchen kann, so bewege man den metallenen Ring in der horizontalen Scheibe H R so lange auf und nieder bis der Bogen H N der Polhöhe des gegebenen Beobachtungsortes gleich ist, was man an der Eintheilung des Ringes erkennt. Hierdurch wird das Zenith Z dieses Beobachtungsortes in den höchsten Punkt des Globus gebracht. Man sucht nun in dem auf der horizontalen Scheibe H R angebrachten Verzeichnisse die Länge V L' der Sonne für den gegebenen Tag, wodurch man den Punkt L' des Himmels erhält, in welchem an diesem Tage die Sonne steht. Der Globus wird dann so lange um seine Achse N N' gedreht, bis dieser Ort L' unter den oberen Theil N Q R des Meridians oder des metallenen Kreises kommt, und für diesen Stand des Globus der Zeiger der Rose auf 12 Uhr gestellt. Ferner dreht man das ganze Gestell sammt seinem Globus so, daß die Linie H R mit der Mittagslinie des Beobachtungsortes nahe übereinstimmt, so daß der Punkt H nach Nord und R nach Süd gerichtet ist.

Gewöhnlich hat man für diesen Zweck an dem Fußgestelle eine kleine Magnetnadel angebracht (wiewohl dieselbe recht gut entbehrt werden kann), da diese letzte Stellung eine große Genauigkeit nicht erfordert. Auf diese Weise zeigt der Globus den Zustand des Himmels so, wie er für den gewählten Beobachtungsort im Mittage des gegebenen Tages stattfindet. Dreht man dann die Kugel, ohne das Instrument weiter zu verrücken, gegen Westen oder von L' nach V bis der Zeiger der Rose ab auf 6, 12, 18 Stunden fällt, so erhält man das Bild des Himmels wie es an demselben Beobachtungsorte um 6 Uhr Abends, um Mitternacht und um 6 Uhr Morgens erscheint.

Ist so der Globus für eine gegenwärtige Stunde der Nacht gestellt, so kann man diejenigen Sterne, die man am Himmel kennen lernen will, durch gerade Linien, bloß nach dem Augenmaße, mit dem Mittelpunkte des Globus verbinden, und in den Durchschnittspunkten dieser Linien mit der Oberfläche des Globus das Sternbild und die Namen der Sterne, welche man zu wissen wünscht, auffinden, so daß man auf diese Weise in sehr kurzer Zeit den ganzen Himmel mit allen seinen Sternen kennen lernen kann. Man wird zugleich sehen, daß alle die Sterne, die auf dem Globus im Horizonte auf der Ostseite der Linie H R liegen, in dem gewählten Augenblicke eben aufgehen, während

die auf der Westseite untergehen und zugleich die, welche sich unter dem Meridian HNZQ befinden, eben die größte Höhe erreichen; man wird die Zeit des Auf- und Unterganges, so wie der Culmination, der größten Höhe jedes einzelnen Sternes auf der Rose ablesen, die Größe der Tag- und Nachtbogen derselben bestimmen können u. s. w.; kurz man wird sich auf diese Weise ohne alle Mühe Rechenschaft über den gestirnten Himmel geben können. Ein solcher Globus ist von großem Nutzen für unsere Beobachtungen; jedoch ist von Wichtigkeit, daß man sich am Horizonte selbst orientirt, und für diesen Zweck wird es nicht unangebracht sein, wenn wir die wichtigsten Sternbilder aufführen.

Betrachten wir in der Mitte des Monats Januar Abends 9 Uhr den südlichen Himmel, so werden wir z. B. den Stier und Orion (siehe die Sternkarte am Schlusse des Werkes) wahrnehmen, und südöstlicher zeigt sich der Sirius. Am nordöstlichen Himmel zeigt sich der Löwe. In der Mitte des Februars finden wir zu eben derselben Abendstunde den Sirius culminirt und den Orion westlich, Castor und Pollux stehen in der Höhe von 70 Grad noch etwas östlich vom Meridian. Am östlichen Himmel ist das Sternbild des Löwen jetzt ganz sichtbar, am westlichen Himmel zeigt sich das Sternbild des Widders ungefähr 30 Grad über dem Horizonte. In der Mitte des März ist der Widder dem Untergange nahe, Stier und Orion befinden sich am westlichen Himmel. In der Mitte des April nehmen wir zu derselben Stunde den Orion und Stier dem Untergange nahe wahr. Im Südosten steht das Sternbild der Jungfrau; der große Bär steht fast im Zenith. Sirius ist dem Untergange nahe. Mitte Mai 9 Uhr Abends bemerkt man nach Norden hin etwas westlich vom Meridian und 20 Grad über dem Horizonte das Sternbild der Cassiopeia. Am nordöstlichen Himmel ist der Schwan sichtbar. Am westlichen Himmel findet man die Zwillinge und den kleinen Hund. Mitte Juni nimmt man am westlichen Himmel den großen Löwen wahr und die Zwillinge sind zum Theil schon untergegangen, Castor und Pollux noch sichtbar. Am südwestlichen Himmel zeigt sich das Sternbild der Jungfrau, und am südlichen Himmel stehen Delphin, Schwan, Adler und Leyer. Mitte August Abends 9 Uhr steht der Scorpion, 30 Grad westlich vom Meridian, nahe über dem Horizonte. Mitte September culminiren der Delphin und der Schwan. Mitte October nimmt man am westlichen Himmel den Adler, den Schwan und die Leyer wahr. Mitte November steht gerade nach Norden hin in seiner tiefsten Stellung der große Bär; Cassiopeia beginnt zu culminiren, Orion ist im Osten und ein wenig mehr nach Norden hin sind die Zwillinge aufgegangen. Sodann stehen am östlichen Himmel der Fuhrmann, Perseus, der Stier und mehr nach Süden hin der Wallfisch. Mitte December glänzen am östlichen Himmel Orion, der Stier, die Zwillinge, der Fuhrmann mit der Capella. Im Süden steht der Wallfisch. Der Widder, ungefähr 60 Grad über dem Horizonte, hat bereits den Meridian passirt. Am westlichen Himmel naht sich der Delphin dem Untergange; mehr nach Norden

steht die Leyer noch über dem Horizonte und zwischen beiden etwas höher am Himmel der Schwan. (Siehe die Sternkarte am Schlusse des Werkes.)

Wo uns indessen das unbewaffnete Auge verläßt, um die Stellung der Sterne zu ermitteln, muß man Fernröhre anwenden. Durch Höhe und Azimuth ist die Stellung des Sternes genau zu bestimmen, aber für eine genaue Bestimmung der Höhe oder des Azimuth sind wieder Fernröhe erforderlich, z. B. der Theodolit. Der durch den ganzen Himmel sich ziehende helle Bogen wird bekanntlich Milchstraße genannt, welche auch auf der Sternkarte angedeutet ist. In manchen Theilen dieser Milchstraße nimmt man schon hellglänzende Punkte wahr, welche mit Hülfe mäßiger Fernröhre als kleine dicht gedrängte Fixsterne sich erkennen lassen.

Trotz der großen Schaar der Sterne, welche wir am Himmel wahrnehmen, ist doch die Sonne derjenige Körper, welcher für uns die größte Wichtigkeit hat, so daß wir sie als die Herrin des ganzen Sternensystems betrachten müssen, welche gleichsam von Planeten und Kometen als ihrem Dienerpersonal umkreist wird. An Größe übertrifft die Sonne unsere Erde 1,409,725, an Masse 355,499 mal. Ihre Gestalt ist eine Kugel, und sie scheint von einer an sich beweglichen Hülle umgeben zu sein, die nach allen Seiten hin Licht verbreitet. Die Sonne dreht sich um ihre eigene Achse, die mit der Ebene der Erdbahn einen Winkel von $82^1/_2$ Grad macht.

Die Erde.

Die Erde, welche wir bewohnen, gehört zu den Planeten und ändert daher zu verschiedenen Zeiten ihre Stellung gegen andere Gestirne, besonders wichtig aber ist ihre verschiedene Beziehung zur Sonne, von welcher sie 21 Millionen Meilen entfernt ist.

Die Gestalt der Erde wird als eine kugelige oder vielmehr als eine sphäroidische angenommen; da wir aber nicht im Stande sind, den ganzen Erdball zu überschauen, sondern immer nur einen kleinen Theil der Oberfläche sehen, so bedarf es gewisser Beweise um eine solche Gestalt nachzuweisen. Zu dieser Annahme berechtigen uns Erfahrungen, die wir als Beweise auf die Erde übertragen können.

In der Nähe einer undurchsichtigen Kugel wird unser Auge von deren Oberfläche einen durch einen Kreis begrenzten Raum sehen, der um so größer sein wird, je weiter wir uns von der Kugel entfernen, bis wir schließlich in einer unendlichen Entfernung die ganze Hälfte der Kugel erblicken. Halten wir unser Auge einer runden Scheibe gegenüber, so sehen wir deren ganze eine Seite in jeder Entfernung, so daß der Gesichtskreis bei dem Größerwerden des Abstandes sich nicht erweitert. Nehmen wir nun aber anstatt der Scheibe einen Cylinder, so wird bei der Entfernung die gesehene Fläche nach der einen Richtung größer, nach der auf ihr senkrechten bleibt sie gleich. Oder wenn

man sich in einer Ebene einem Berge nähert, oder einem Thurme näher kommt, so erblickt man bekanntlich zuerst die höchste Spitze und später erst die immer tiefer liegenden Theile derselben. Noch mehr stellt sich diese Erscheinung heraus, wenn ein Schiff in die hohe See geht; alsdann werden die am Ufer stehenden Zuschauer zuerst die unteren Theile des absegelnden Schiffes aus dem Gesichte verlieren und ehe das Ganze verschwindet nur noch die Spitzen der Masten erblicken.

Da nun diese Erscheinung sich überall auf der Erde darbietet, so kann die Erde keine Ebene sein, sondern muß eine runde Gestalt haben, denn im ersteren Falle würde ein auf hoher See fortsegelndes Schiff wie ein Vogel in der Luft in allen seinen Theilen gleichmäßig verschwinden. Ferner hat uns die Weltumsegelung gelehrt, daß die Reisenden, wenn sie sich scheinbar auch immer weiter von ihrem Abfahrtspunkte entfernen, doch endlich dahin wieder zurückkommen, von wo sie abgefahren sind. Dies wäre natürlich ebenfalls nicht möglich, wenn die Erde eine Ebene wäre. Endlich unterrichtet uns auch die Beobachtung einer Mondfinsterniß; denn diese entsteht dadurch, daß der Mond in den Schatten tritt, welchen die von der Sonne beleuchtete Erde hinter sich wirft. Die Grenze des Erdschattens erscheint dabei immer rund, mithin muß sie auch selbst rund sein.

Ferner werden die Sternkörper immer nur von einer Erdhälfte gesehen, während sie die andere Hälfte nicht sieht. Gehen wir nun von dieser letzteren zu der ersteren hinüber, so wird uns ein Stern sichtbar, während ein ihm gegenüber liegender verschwindet und weil jedem Sterne eine andere Hälfte der Erde gegenübersteht, kommt man bei immer fortgesetztem Reisen stets in den Gesichtskreis anderer Sterne. Demnach scheinen die Sterne in einer der Reise entgegengesetzten Richtung fortzuwandern und diese Erscheinung geht um so schneller, je stärker die Erde gekrümmt ist, so daß wir dieses auch wieder auf die Kugelgestalt der Erde übertragen können.

Endlich hat man mit Hülfe der Fernröhre beobachtet, daß auch mehreren anderen Himmelskörpern dieselbe Kugelgestalt eigenthümlich ist; denn die Sonne ist rund, der Mond ist rund und sämmtliche Planeten besitzen diese Form, so daß die runde Gestalt keineswegs etwas Absonderliches ist, sondern vielmehr mit andern Körpern correspondirt.

Bewegung der Erde.

Hinsichtlich des Verhältnisses der Erde zur Sonne können vier Grundwahrheiten ausgesprochen werden: 1) die Erde dreht sich in 24 Stunden um ihre eigene Achse von Westen nach Osten; 2) sie dreht sich in 365 Tagen in einer fast kreisförmigen Bahn um die Sonne, und daher ist die Bewegung der Sonne und des ganzen Himmels nur eine scheinbare; 3) die Erdachse macht mit der Erdbahn einen Winkel von $66^1/_2{}^0$; 4) die Lage der Achse bleibt immer dieselbe, d. h. ist sich immer parallel.

Obgleich die Bewegung der Erde nur auf die Unterscheidung zwischen wahrer und scheinbarer beruht, so giebt es doch so viele Beweise, daß man darüber keinen Zweifel mehr hegt, wie das früher häufig der Fall gewesen ist. Die Umdrehung der Erde spiegelt sich am Himmel darin ab, daß dieser in der entgegengesetzen Richtung um die Erde zu gehen scheint. Betrachten wir einzelne besonders auffallende Gruppen der Gestirne und ihre Lage gegen feste irdische Gegenstände, z. B. Bäume oder Thürme, so werden wir finden, daß alle jene Sterne, ohne ihre gegenseitige Lage unter sich zu ändern, in einer gemeinschaftlichen Bewegung von Osten nach Westen begriffen sind, und es kommt nur darauf an, Beweise zu finden, daß diese Bewegung von der Umdrehung der Erde herrührt.

Als erster Beweis kann die Abplattung der Erde an den Polen dienen. Ein weicher Körper nämlich, der sich um eine Achse schwingt, plattet sich an den Endpunkten ab. Die Erde hat sich an den entgegengesetzten Punkten abgeplattet und sich ursprünglich in einem weichen Zustande befunden, folglich hat sie sich früher um ihre Achse gedreht, und warum sollte sie sich nicht noch um dieselbe drehen? Nehmen wir die Schwung- und Fliehkraft zu Hülfe, so werden die Theile des Aequators durch die Drehung am meisten das Bestreben bekommen, sich von dem Centrum zu entfernen, sie folgen dieser Schwungkraft je nach ihrer Schwerkraft. Diese wird durch jene vermindert; die Theile des Aequators drücken also weniger nach dem Mittelpunkte als die Theile von den Polen her. Das Gleichgewicht ist in der weichen Masse gestört; was den Theilen an Energie des Druckes abgeht, muß durch die Masse der Theile ersetzt werden, folglich werden sich die Theile an dem Aequator anhäufen; die Theile an den Polen werden dem Mittelpunkte näher rücken, d. h. die Erde muß sich abplatten. Hält man eine Scheibe horizontal und befestigt man in deren Mittelpunkte einen Stift, der an einem langen dünnen Faden einen Körper von einigem Gewicht trägt, so wird dieser, in Bewegung gesetzt, in einer Verticalebene hin- und herschwingen; diese Verticalebene ändert sich nicht, wenn auch die Scheibe, an der sie hängt, gedreht wird, und der schwingende Körper steht alsdann über immer andern Punkten derselben. Eben diese Erscheinung hat man auf der Erde. Würde an den Punkten, wo die Erdachse die Oberfläche trifft, an den Polen ein Pendel an einem Stift aufgehängt, so würde es immer in derselben Ebene schwingen, weil aber die Erde sich inzwischen dreht, so würde das Pendel scheinbar in derselben Richtung fortgehen bis es nach Verlauf einer Erdumdrehung wieder in dieselbe Stellung kommen würde. Um derartige Versuche auszuführen, hat man lange Pendel nöthig, weil bei dem allmäligen Abnehmen der Schwingungsweite kleine Pendel, nach Verlauf einiger Zeit, zu kleine Bewegungen machen; man braucht daher zu diesem Zwecke hohe Thürme, Kirchen u. dergl. Auf den sehr glücklichen Gedanken, daß die scheinbare Drehung der Schwingungsebene eines einfachen Pendels eine nothwendige Folge der

Umdrehung der Erde sei, kam der französische Gelehrte **Foucault** und bewies mittelst eines solchen Pendels, welches stundenlang fortschwingt, direct die Achsendrehung der Erde; der Versuch bestätigte seine Erwartungen vollständig und auch mit längeren Pendeln erhielt er die nämlichen Resultate. In Deutschland wurden diese ebenso günstig erzielt.

Hängt man nämlich das Pendel an einem Orte auf, welcher zwischen dem Aequator und einem Pole liegt, so wird die Ebene, in welcher das Pendel schwingt, in einer der Drehung der Erde entgegengesetzten Richtung sich scheinbar herumbewegen. Macht nun die Erde ihre Hauptbahn, so wird die Pendelbewegung von Osten nach Westen stattfinden. In solcher Weise kann man also an der Drehung der Pendelebene die Drehung der Erde sehen und aus jener die Richtung dieser bestimmen.

Kann man nun auch nicht direct sehen, daß die Erde sich dreht, so wird man doch die Drehung der Pendelebene wahrnehmen und daraus läßt sich auf die nach der entgegengesetzten Richtung gehenden auf die wirkliche Drehung der Erde schließen.

Schon der große **Copernicus** (geb. zu Thorn 1473, gest. 1543) suchte gründlich und ausführlich zu lehren, daß die Erde sich um die Sonne drehe.

Die Erde dreht sich in einer gekrümmten Bahn um die Sonne; in einem Jahre vollendet sie dieselbe, jedoch ist die Bahn kein Kreis, sondern eine Ellipse (siehe Figur 4 Seite 650), in deren Brennpunkt die Sonne steht. Daß die Erde nicht immer gleichweit von der Sonne entfernt ist, dafür spricht schon der Wechsel der Jahreszeiten. Die Erde macht einen Umlauf um die Sonne genau in 365 Tagen, 5 Stunden, 48 Minuten, 45 Secunden, und zwar beträgt die Länge der Bahn 132 Millionen Meilen, der Durchmesser 42 Millionen Meilen, die mittlere Entfernung von der Sonne beträgt, wie schon angedeutet, 21 Millionen Meilen.

Die Bahn liegt zwischen den Sternbildern, welche den sogenannten Thierkreis bilden, und dieser Thierkreis liegt zwischen den Wendekreisen.

Die Erde dreht sich in 24 Stunden um ihre Achse und zwar von Westen gegen Osten.

Die Erdachse macht mit der Erdbahn einen Winkel von $66^1/_2{}^0$. Die Länge der Achse bleibt immer dieselbe.

Nehmen wir nun, um uns diese Grundwahrheiten zu versinnlichen, einen runden Tisch zu Hülfe, welcher die Ebene der Erdbahn darstellt, und schneiden etwa in der Entfernung eines Fußes vom Mittelpunkte desselben eine kreisförmige Tiefe aus, in der wir eine kleine Kugel um den Mittelpunkt herumbewegen können. In dem Mittelpunkte denken wir uns die Sonne, die kleine Kugel stellt die Erde vor und am Rande des Tisches bezeichnen wir 12 gleiche Theile, die Zeichen des Thierkreises. Geht das Einschneiden des Tisches nicht, so stellt die Peripherie desselben die Erdbahn vor. Wir denken uns dann die Tischebene

bis zu den Wänden des Zimmers verlängert und denken uns daselbst rings um uns herum die zwölf Zeichen des Thierkreises, welche mit folgenden Namen bezeichnet sind: Widder, Stier, Zwillinge, Krebs, Löwe, Jungfrau, Wage, Scorpion, Schütz, Steinbock, Wassermann, Fische. (Siehe die Sternkarte am Schluß.)

Man bestimmt nun die Stelle eines jeden Zeichens, merkt sich besonders die vier Hauptzeichen (die Stationsorte der Sonne und der Erde beim Beginn der astronomischen Jahreszeit) Widder, Krebs, Wage, Steinbock.

Die Kugel, welche man in der Hand hat, stellt die Erde vor. Sie ist durchbohrt und ein Stab durch dieselbe gesteckt, um den, als Achse, sie sich frei drehen kann. Auf ihr sind deutlich verzeichnet der Aequator, die Wende- und Polarkreise und ein Meridian. Stellt man sich z. B. so an den Tisch, daß man den Anfangspunkt der Wage hinter sich, den Steinbock zur Rechten &c. hat und hält die Kugel so an die Tischebene, daß ihr Aequator mit derselben einen Winkel von $23\frac{1}{2}{}^{0}$ macht, läßt die Erde um die Tischebene wandern, so daß dieser Winkel immer derselbe bleibt; hält man endlich die Kugel in derselben Lage vor sich an die Tischebene, so wird die Sonne von der Erde aus im Anfangspunkte des Widders erscheinen und die Erde von dem Anfangspunkte der Sonne aus in der Wage gesehen werden, und zwar ist dies der 21. März oder Frühlingsanfang der nördlichen Halbkugel. Die Erde muß nun ihren Weg durch Wage, Scorpion und Schütz nehmen, die Sonne durch Widder, Stier und Zwillinge. Läßt man nun die Erde wirklich durch die drei genannten Zeichen gehen und zwar ohne Achsendrehung, so wird der zweite Standpunkt derselben im Steinbock, der dritte im Widder, der vierte im Krebs sein.

Bei diesen verschiedenen Vorstellungen, sowie bei einer Wanderung der Erde von einem Zeichen zum andern, lassen sich die verschiedenen Stellungen, welche die Erde, der Sonne gegenüber, das Jahr hindurch einnimmt, leicht versinnlichen.

Der Mond.

Dieser Begleiter der Erde zeigt eine zweifache Bewegung und zwar einmal täglich um die Erde, innerhalb 24 Stunden und 50 Minuten. Diese Bewegung ist aber nur eine scheinbare, denn der Mond macht dieselbe in der Wirklichkeit nicht, sondern die Erde zeigt die Bewegung, indem sie sich binnen 24 Stunden von Abend gegen Morgen um die Achse wälzt. Der Mond erscheint in 24 Stunden nicht ganz genau wieder im Meridian und dieses rührt von seiner wirklichen Bewegung um die Erde, durch den Thierkreis, nach der Ordnung der Zeichen hindurch, innerhalb 27 Tagen 8 Stunden, her. Diese Bewegung hat er wirklich. Er bewegt sich als der kleinere Körper um den größeren, die Erde, und zwar 12- bis 13 mal des Jahres; er begleitet folglich die Erde auf ihrer

Bahn um die Sonne, mithin hat er eine doppelte Bewegung um die Erde und mit der Erde um die Sonne. Steht der Mond heute bei einem bestimmten Stern im Thierkreise, so wird er morgen zu derselben Stunde 13 ^{0} östlicher von demselben gesehen. Er muß folglich, da ein Stern, der mehr westlich steht, früher durch den Meridian eines Orts auf der Erde geht, als ein anderer, später durch denselben gehen und zwar geschieht dieses durchschnittlich 50 Minuten später.

Fragen wir nun, ob die Entfernung des Mondes von der Erde immer dieselbe bleibt, so werden wir uns eine Antwort geben können, wenn wir an die Sehwinkel denken, die seine Scheibe in den Augen des Beobachters macht. Diese sind nicht immer einander gleich; ungefähr ist er $^1/_2$ Grad = 30 Minuten, folglich ist seine scheinbare Größe ungefähr gleich der der Sonne. Aus dem Unterschiede der Sehwinkel haben die Astronomen seine größte und kleinste Entfernung von der Erde berechnet, jene gleich 54000, diese 48000 Meilen gefunden. Seine mittlere Entfernung ist folglich 51000 Meilen und er hat eine Erdnähe und Erdferne. Nehmen wir sie zu 50000, die mittlere Entfernung der Sonne zu 20 Millionen Meilen an, so ist die Entfernung des Mondes $^1/_{400}$ der Entfernung der Sonne. Damit verglichen, ist er also der Erde sehr nahe. Da er nun bald zwischen Sonne und Erde, bald auf der andern Seite steht, so beträgt der Unterschied seiner größten und kleinsten Entfernung von der Sonne 2 $\times$ 50000 = 100000 Meilen. Seine mittlere Entfernung von der Sonne ist gleich der der Erde von der Sonne, nahezu 21 Millionen Meilen.

Die Bahn, welche der Mond vermöge seiner doppelten Bewegung um die Erde und um die Sonne durchläuft, ist keine einfache Ellipse, denn die Erde steht während des Umlaufs des Mondes um sie nicht still. — Die Ebene der Mondbahn macht mit der Erdbahn einen Winkel von 5 ^{0}.

Ist die dunkle Seite des Mondes gegen die Erde gekehrt, so haben wir Neumond, ist uns die Hälfte der beleuchteten Mondscheibe zugekehrt, so haben wir erstes Viertel; ist der uns zugekehrte Theil vollständig beleuchtet, so haben wir Vollmond; sehen wir endlich den Mond wieder als Halbkreis, so haben wir letztes Viertel.

Der Mond ist ein kugelförmiger Körper, dessen Durchmesser 468 Meilen, also etwas mehr als $^1/_4$ des Erddurchmessers betragen soll. Da sich nun die Oberfläche zweier Kugeln wie die Quadratzahlen der Durch- und Halbmesser verhalten, so ist auf der Mondoberfläche etwa der 14. Theil des Raumes der Erdoberfläche. Der Mond nimmt ungefähr den 50. Theil des Raumes der Erde ein.

Mit bloßen Augen schon sieht man in der Mondscheibe helle und dunkle Flecke und zwar besonders wenn Vollmond ist, aber auch immer dieselben. Daraus folgt, daß der Mond der Erde stets dieselbe Seite zukehrt, und für

die Achsendrehung des Mondes folgt daraus, daß die Zeit derselben mit der Zeit seiner Umdrehung um die Erde zusammenfällt.

Denken wir uns mit dem Mondlaufe die Achsendrehung der Erde zusammen, nämlich daß beide von Westen gegen Osten geschehen, so ist auch der täglich später eintretende Aufgang des Mondes begreiflich, nämlich, daß er im ersten Viertel 6 Stunden als Vollmond, 12 Stunden als letztes Viertel, 18 Stunden nach der Sonne aufgehen muß. Denkt man nun an die Zeit des Unterganges an diesen Tagen, so findet man leicht den Grund der Stellungen des Mondes über dem Horizont und die Stunden, in welchen er denselben bescheint.

Eine höchst interessante Erscheinung ist die Mondfinsterniß, welche dadurch hervorgerufen wird, daß die Erde auf ihren Begleiter einen Schatten wirft. Durch diesen Schatten geht der Mond von Zeit zu Zeit hindurch. Erde und Mond empfangen beide ihr Licht von der Sonne und werfen, wenn sie dem Lichte ausgesetzt sind, einen Schatten hinter sich; tritt nun der Mond in den Kernschatten der Erde, also im Vollmonde, so kann er, da er kleiner, sich ganz in diesen begeben und so die totale Mondfinsterniß veranlassen, während die partiale hervorgerufen wird, wenn nur ein Theil von ihm in den Kernschatten gelangt. Nicht allein aber der Mond erscheint uns zu gewissen Zeiten verfinstert, sondern auch die Sonne und zwar haben wir eine Sonnenfinsterniß, wenn die Erde durch den Schatten des Mondes hindurchgeht, also nur zur Zeit des Neumondes. Wird die Sonne vom Kernschatten des Mondes getroffen, so haben wir eine totale Sonnenfinsterniß. Decken sich die Mittelpunkte der Sonne und des Mondes, so ist die Finsterniß eine centrale; dieselbe kann auch zugleich ringförmig sein, wenn gerade der scheinbare Durchmesser des Mondes kleiner ist, als der scheinbare Durchmesser der Sonne. Erscheint nur ein Theil der Sonnenscheibe durch den Mond verdeckt, so ist die Sonnenfinsterniß eine partiale.

Das Sonnensystem.

Sowie die Erde sich um die Sonne dreht, so drehen sich auch die übrigen Planeten in einer Ellipse, von der Form eines Kreises nicht sehr abweichend, um die Sonne; denn ein Planet ist ein Himmelskörper, der sich um die Sonne dreht und sein Licht von der Sonne empfängt. — Alle bekannten Planeten, die man genau hat beobachten können, drehen sich auch um ihre Achse. Dieses ist aber kein charakteristisches Zeichen eines Planeten; es gilt auch, wie wir später sehen werden, von der Sonne und wie bereits erwähnt worden ist, vom Monde, desgleichen von den Nebenplaneten. Unser Mond ist ein Nebenplanet, die Erde ein Hauptplanet. Ein Nebenplanet dreht sich um einen Hauptplaneten mit demselben um die Sonne, von der er wie sein Hauptplanet sein Licht empfängt. Die wesentlichsten Merkmale eines Planeten überhaupt sind also:

unmittelbare Drehung um die Sonne und Mangel eigenen Lichts, folglich, da die Sonne den Raum um sich her durchstrahlt, Beleuchtung der jedesmal ihr zugekehrten Seite des Planeten. Die unmittelbare Drehung um die Sonne macht einen Planeten zu einem Haupt- die mittelbare zu einem Nebenplaneten. Hauptplaneten kennt man bis jetzt 35, Nebenplaneten 22. Die Namen der 11 Hauptplaneten sind folgende: Merkur, Venus, Erde, Mars, Vesta, Juno, Ceres, Pallas, Jupiter, Saturn, Uranus. Zu diesen wurden nach dem Jahre 1845 noch Neptun, Asträa, Hebe, Iris und Flora entdeckt.

Von diesen Planeten haben Nebenplaneten, Trabanten oder Monde, und zwar die Erde einen, der Jupiter vier, der Saturn acht, der Uranus sieben, der Neptun zwei.

Alle Planeten laufen in Ellipsen um die Sonne; ein jeder also hat einen Punkt der Sonnennähe und einen Punkt der Sonnenferne. Die mittleren Entfernungen der Planeten von der Sonne und ihrer Umlaufszeit um die Sonne sind folgende:

Merkur	8	Millionen	Meilen;	Umlaufszeit	88	Tage
Venus	15	"	"	"	224	"
Erde	21	"	"	"	365	" = 1 Jahr
Mars	31	"	"	"	1	Jahr 321 Tage
Flora	46	"	"	"	3 1/2	Jahre
Vesta	48	"	"	"	3 2/3	"
Iris	49	"	"	"	3 3/4	"
Hebe	50	"	"	"	3 4/5	"
Asträa	53	"	"	"	4 1/7	"
Juno	55	"	"	"	4 1/3	"
Ceres	57	"	"	"	4 2/3	"
Pallas	57	"	"	"	4 2/3	"
Jupiter	107	"	"	"	12	"
Saturn	197	"	"	"	29	"
Uranus	396	"	"	"	83	"
Neptun	620	"	"	"	168	"

Als andere Hauptplaneten sind noch die Victoria, Metis, Parthenope, Egeria, Eunomina, Irene, Hygiea, Psyche, Thetis, Melpomene, Fortuna, Massalia, Lutetia, Thalia zu erwähnen.

Die Größe der Planeten ist sehr verschieden. Wird der Körperraum der Erde gleich 1 angenommen, so beträgt der der Sonne 140,000, der Durchmesser in geographischen Meilen 193,000, der des Merkur 1/17 und 600 Durchmesser, der Venus 9/10 und der Durchmesser 1710, der Durchmesser der Erde 1720; der körperliche Raum des Mars 1/6, der Durchmesser 890 Meilen, der körperliche Raum des Jupiter beträgt 1500, der Durchmesser desselben 20,000,

der des Saturns 800 Rauminhalt und 15,000 Durchmesser, Uranus 82 Rauminhalt und 7500 Durchmesser, Neptun 108 Rauminhalt und 10,000 Durchmesser.

Diejenigen Planeten, welche mit bloßem Auge selten gesehen werden, nennt man Asteroiden.

Bewegung der Himmelskörper.

Die Planeten sind als Körper bezeichnet worden, welche sich um die Sonne und ihre eigne Achse drehen, so daß die Sonne in dem Sonnensystem einen Centralkörper darstellt, um den sich die Wandelsterne bewegen und herumdrehen. Fragen wir aber nach den Kräften, welche diese Bewegung verursachen, so steht die Anziehungskraft oben an. Jeder Körper oder materielle Theil übt auf einen andern eine anziehende Kraft aus und die sich gerade wie die Masse des Anziehenden und umgekehrt, wie das Quadrat der Entfernung der Körper verhält. Demnach übt von zwei Körpern derjenige, welcher die doppelte Masse enthält, bei gleicher Entfernung eine doppelt so große, und derjenige, welcher bei gleicher Masse die doppelte Entfernung von dem angezogenen Körper hat, eine viermal geringere anziehende Kraft auf diesen aus. Die Stärke der Anziehung hängt demnach, abgesehen von der Entfernung und andern Umständen, von der Masse ab. Die Stärke der Anziehung hängt jedoch nicht von der Masse des angezogenen Körpers ab. Das Verhältniß der Stärke der Anziehung, mit welcher ein und derselbe Körper, mit welchem 1 — 2 andere, die ungleich weit von ihm entfernt sind, anzieht, hängt von der Entfernung derselben ab. Der ihm nähere wird stärker von ihm angezogen, als der weitere; je größer die Entfernung, desto schwächer die Anziehung; je näher die Entfernung, desto stärker die Anziehung.

Die Erde zieht Sonne und Mond an, aber mit ungleicher Stärke. Ist die Entfernung des Mondes von der Erde gleich 50,000 Meilen, die der Sonne von der Erde gleich 20 Millionen diese also 400 mal so groß, so zieht die Erde die Sonne mit $\frac{1}{400 \cdot 400} = \frac{1}{160,000}$ der Kraft an, mit der sie den Mond anzieht.

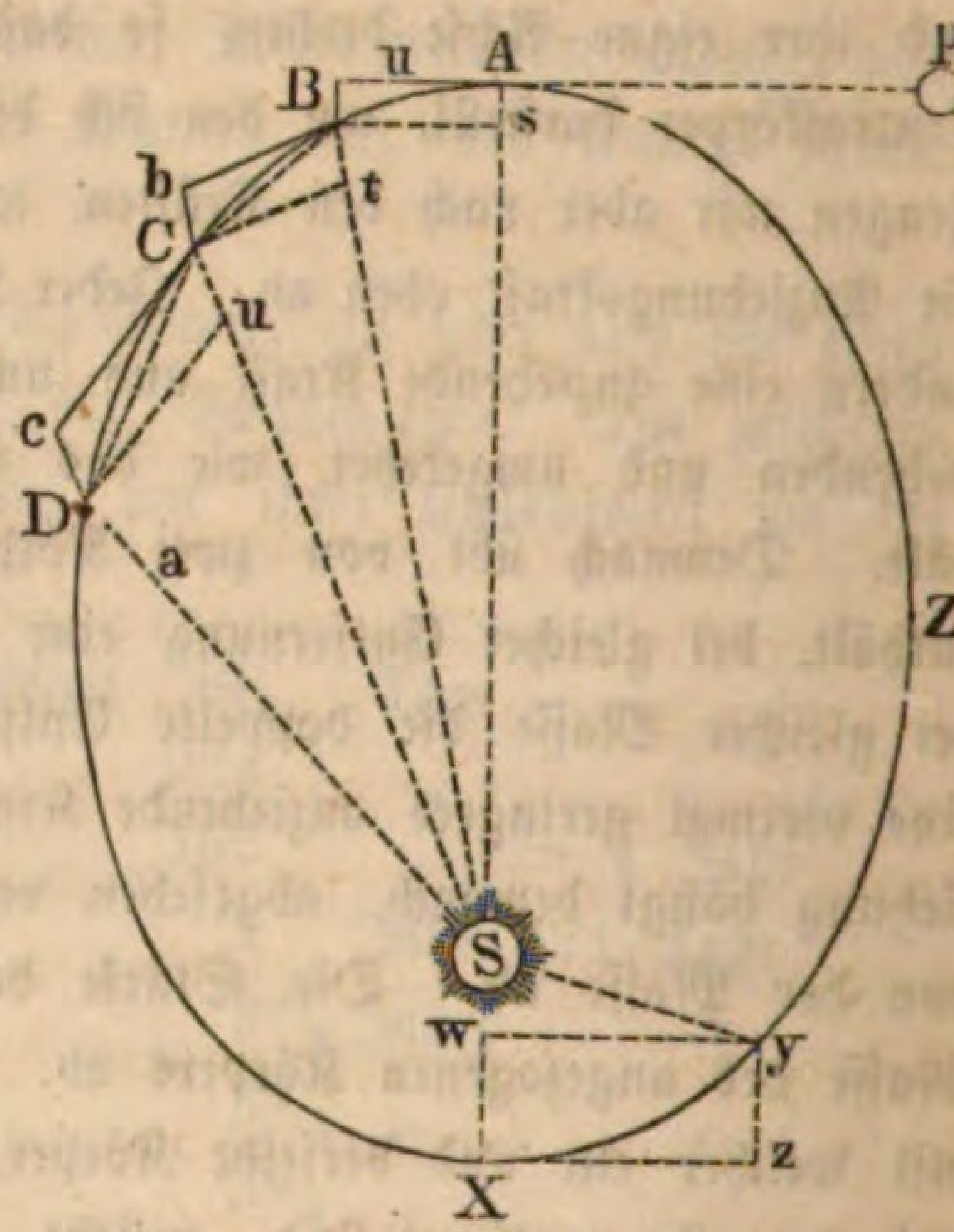
Außer der Anziehungskraft hat die weise Schöpfung noch eine andere Kraft in die Materie gelegt, nämlich das Gesetz der Beharrung.

Die Materie ist leblos, d. h. sie kann sich nicht nach ihrem Willen bestimmen, sie wird bestimmt; sie bleibt in dem Zustande, in dem sie sich befindet, wenn nicht Kräfte sie in einen andern Zustand bestimmen. Der Körper bleibt also so lange in Ruhe, oder beharret in seiner Ruhe, bis eine bewegende Kraft ihn aus dieser Ruhe bringt.

Beharrungsvermögen und Anziehungskraft treiben die Planeten in Ellipsen um die Sonne.

Die Centralkräfte, welche zusammen bewirken, daß ein Körper sich um seinen Mittelpunkt bewegt, sind schon in der Physik besprochen worden und die Schwerkraft ist weiter nichts, als eine Folge des Beharrungsvermögens. Denken wir uns nun einen Planeten P, (Fig. 4), der in Folge eines Anstoßes im Punkte A mit einer Geschwindigkeit ankommt, vermöge welcher er in einer bestimmten Zeit nach A gelangen müßte, während in diesem Punkte A auch die Sonne auf ihn wirkt und zwar in der Art, daß er ihr in Folge ihrer Anziehung in eben derselben Zeit nach s folgen müßte, so wird der von dem Planeten durchlaufene Weg die Diagonale AB sein. In B angekommen würde der Planet ohne die weitere Einwirkung der Sonne in einem neuen Zeittheil seine geradlinige Bahn bis b fortsetzen; er wird aber die Diagonale BC durchlaufen, wenn ihn die Sonne durch einen neuen Antrieb in der Richtung BS so an sich zieht, daß er vermöge dieses Impulses in dem zweiten Zeittheil das Stück Bt zu durchlaufen im Stande ist; die Bahn im dritten Zeittheil wäre unter gleichen Voraussetzungen CD.

Figur 4.



Da nun aber die stoßweise Wirkung der Sonne der Wirklichkeit nicht entspricht, dieselbe den Planeten vielmehr ununterbrochen anzieht, so werden wir, wenn wir die Zeittheile und damit die Parallelogramme Aa, Bs und sofort unendlich klein annehmen, ähnlich wie bei der Wurfbewegung gleich darauf geführt, daß der Planet kein gradliniges Vieleck zusammengesetzt aus den Diagonalen AB, BC, CD 2c., sondern eine stetige Curve, ABCD, durchläuft. Da ferner, je näher der Planet der Sonne kommt, die Stärke der Anziehung und somit auch die Geschwindigkeit zunimmt, weil die Wege Bt, Cu, Dv 2c. zugleich wachsen, so wird im Punkt A, wo der Planet der Sonne am nächsten steht, sowohl die Geschwindigkeit desselben, als auch die Stärke der Anziehungskraft der Sonne den höchsten Grad erreichen. Von X aus durchläuft die Bahn den Himmelskörper XYZ mit verzögerter Geschwindigkeit und kommt endlich mit gleicher Geschwindigkeit, wie wir sie im Anfang vorausgesetzt haben, wieder in A an, um unter unveränderten Bedingungen und Verhältnissen seinen zweiten Umlauf zu bedingen. — Daß die so beschriebenen Bahnen der Planeten wirklich Ellipsen sind, ist sowohl durch directe Beobachtung, als durch mathematische Berechnung nachgewiesen worden.

Physische Beschaffenheit der wichtigsten Himmelskörper.

Fragen wir nach der Natur der Himmelskörper, so verdient gewiß mit Recht die Sonne als Herrscherin im Sonnensystem und Wohlthäterin der ganzen Erde hier zuerst Besprechung.

Die Sonne ist 354936mal so groß als die Erde; die wirkliche Größe ihres Durchmessers beträgt 188,000 Meilen, ihre Oberfläche 111 Millionen Quadratmeilen und ihr Raum 3500 Billionen Cubikmeilen.

An der Oberfläche der Sonne fällt ein Körper in der ersten Secunde 430 Fuß, in der zweiten dreimal, in der dritten fünfmal 430 Fuß u. s. w. Die Fallgeschwindigkeit ist also vom Anfange an $\frac{430}{15} = 29$ mal so groß, als auf der Erde. Ein Körper, der hier 1 Pfund wiegt, würde auf der Sonne 28 Pfund $11^1/_2$ Loth wiegen. Das Licht bewegt sich von der Sonne zur Erde in 8 Minuten. Dieses wurde durch Olof Römer im Jahre 1676 mittelst der Trabanten des Jupiters entdeckt. Diesem Planeten sind wir bald näher bald ferner. Der Unterschied beträgt die Länge des Durchmessers der Erdbahn, nämlich 42 Millionen Meilen. Nun verfinstert der Jupiter seine Trabanten, namentlich die drei ihm zunächst stehenden, bei jedem ihrer Umläufe. Nach der Erfindung der Fernröhre berechnete man ganz genau die Zeit dieser Verfinsterungen. Die Beobachtungen stimmten mit den Berechnungen überein, wenn die Erde sich zwischen Sonne und Jupiter befand, aber dann nicht, wenn die Erde sich vom Jupiter entfernt. Die Beobachtung trat im letztern Falle später ein, als die Berechnung bestimmt hatte. Die Ursache dieser Erscheinungen wurde darin entdeckt, daß das Licht Zeit gebraucht, um von dem Jupiter zur Erde zu gelangen. Wir sehen die Erscheinungen also später, als sie dort eintreten, wie wir auf der Erde, in Betreff der Entfernungen, den Schall nicht in dem Augenblicke des Entstehens sondern später hören. Der Augenblick der Verfinsterung eines Jupiter-Trabanten und seines Austritts aus dem Schatten muß also dann früher gesehen werden, wenn die Erde näher beim Jupiter steht, als dann, wenn sie weiter entfernt ist. Genaue Beobachtungen ergeben, daß das Licht den Durchmesser der Erdbahn in 16 Minuten durchschreitet, also von der Sonne in 8 Minuten zur Erde gelangt. — Im Durchschnitt legt das Licht in 1 Secunde 41,000 Meilen zurück. (Ausführlicheres über das Licht siehe in der Physik.)

Jedermann weiß, daß wir mit unbewaffneten Augen in das helle Sonnenlicht nicht hineinsehen können, man bedient sich hierzu der farbigen oder geschwärzten Gläser, indem die Oberfläche der Sonne als ein flammendes Meer in fortwährender Bewegung erscheint. Man gewahrt in demselben öfters helle und dunklere Stellen von verschiedener Ausdehnung, Sonnenfackeln und Sonnenflecken. Sie entstehen, verändern sich, nehmen an Stärke und Schwäche

und an Umfang zu und ab. Sie erscheinen am meisten zwischen dem Sonnenäquator und 30⁰ Breite' nördlich und südlich, jenseits 40⁰ nie. An den Rändern erscheinen sie gewöhnlich in länglicher, schmaler Gestalt, in der Mitte breit. — Da sie sich in regelmäßiger Geschwindigkeit fortbewegen, so sind sie nicht den Wolken unserer Erde zu vergleichen und da sie an den Rändern anders gesehen werden, als in der Mitte, so können sie auch nicht Körper sein, welche die Sonne umkreisen, sondern müssen der Oberfläche der Sonne selbst angehören.

Die Sonne dreht sich in 25 Tagen 12 Stunden um ihre Achse von Westen nach Osten, ihr Aequator ist gegen die Ekliptik unter einem Winkel von $7\frac{1}{2}^{0}$ geneigt. Sie ist von einem matten linsenförmig gestalteten Licht, dem Thierkreis- oder Zodiakallicht, begleitet, das in unserer trüben Atmosphäre der nördlichen Halbkugel nur in den Monaten März, April, Mai kurz nach Sonnenuntergang am westlichen, 6 Monate später am östlichen Himmel in pyramidalischer Gestalt aufsteigend gesehen wird.

Merkur ist unter den Planeten der Sonne am nächsten, im Mittel 8 Millionen Meilen weit von ihr entfernt; seine Umlaufszeit beträgt 88 Tage, sein Halbmesser 300 Meilen, sein Cubikinhalt $\frac{1}{25}$ des Rauminhalts der Erde; seine Bahn ist sehr länglich, indem die größte Entfernung von der Sonne zur kleinsten fast wie 10 zu 7 sich verhält.

Durch Fernröhre gesehen, bemerkt man Lichtphasen an ihm, wie bei dem Monde. Die Helligkeit ist 7mal so groß, wie die der Erde; der Merkur dreht sich in etwa 24 Stunden um seine Achse.

Venus. Der hellste und größte Stern, mit bloßen Augen zuweilen selbst am Tage sichtbar, ist auch unter dem Namen Morgen- und Abendstern bekannt. Den stärksten Glanz hat dieser Stern, wenn zwei gerade Linien von Sonne und Erde nach ihm gezogen, einen stumpfen Winkel bilden. Er ist mit einer Atmosphäre umgeben, und durch gute Fernröhre entdeckt man in den dunklen nicht erleuchteten Theilen, nach Verhältniß oft weit von der Lichtgrenze helle Stellen oder Punkte. Die Venus ist 15 Millionen Meilen von der Sonne entfernt und läuft in einer kreisrunden Bahn binnen 224 Tagen um dieselbe. Sie dreht sich um ihre Achse in 24 Stunden.

Mars. Dieser Planet ist an seiner röthlichen Farbe kenntlich und läßt mit Hülfe guter Fernröhre Flecken auf seiner Oberfläche erkennen, durch deren Bewegung man auf eine Achsendrehung von mehr als 24 Stunden geschlossen hat. Seine Entfernung von der Sonne beträgt 32 Millionen Meilen.

Jupiter glänzt mit hellgelbem Lichte, übertrifft die Venus an Glanz. Seine mittlere Entfernung von der Sonne beträgt circa 108 Millionen Meilen; er bewegt sich in einer fast runden Bahn; sein Durchmesser ist 11—12, seine Oberfläche 130, sein Rauminhalt etwa 1400mal so groß als der der Erde; er ist der größte aller Planeten; er dreht sich in 10 Stunden um seine Achse.

Saturn erscheint in mattem, weißem Lichte; seine Umlaufszeit um die Sonne ist in einer Entfernung von nahe 200 Millionen geographischen Meilen in runder Zahl 29 Jahre. Nach dem Jupiter ist er der größte Planet, er hat im Durchmesser 15000 Meilen, übertrifft also die Erde um das Neunfache, die Oberfläche um das Neunzigfache, und den Cubikinhalt um das Achthundertfache.

Besonders merkwürdig sind die beiden Ringe (nach Anderen drei), welche ihn umgeben. Der äußere Halbmesser des äußeren Ringes beträgt in runden Zahlen 19,000 Meilen, der innere 16,800, der äußere Halbmesser des Innern 16,400 Meilen, der innere 12,700, der Halbmesser des Saturns 8500 Meilen; die Dicke der Ringe scheint 20 geographische Meilen nicht zu überschreiten.

Uranus bewegt sich in einer Entfernung von 396 Millionen Meilen von der Sonne; sein Durchmesser beträgt 7500 Meilen, seine Umlaufszeit 64 Jahre. Die Sonne wird auf ihm gesehen, wie wir die Venus sehen. Ob er eine Achsenumdrehung hat, weiß man nicht mit Bestimmtheit.

Neptun wird vom Sonnenlichte in 24 Stunden 21 Minuten erreicht; seine Umlaufszeit ist wahrscheinlich 168 Jahre; seine mittlere Entfernung von der Sonne beträgt 620 Millionen Meilen.

Kometen. Außer den 41 Haupt- und 22 Nebenplaneten gehört noch ein sehr großes Heer von Planeten zu unserm Sonnensystem, deren Anzahl nicht bekannt ist. Innerhalb der Bahn des Merkurs hat man 20, innerhalb der Venusbahn 70 Kometen entdeckt; sie sind Haar- oder Schweifsterne, welche gewöhnlich einen hellen rundlichen Kern zeigen, der von einer schwächer leuchtenden Hülle umgeben ist und in der Regel auf der, der Sonne abgewendeten Seite sich in einen Schweif verlängern. An den meisten und größten Kometen bemerkt man wenigstens 3 Theile: den Kern, die Nebelhülle und den Schweif.

Sie sind als freie Wanderer am Himmel zu betrachten, welche unter den Planeten herumwandern. Ob sie ihr Licht von der Sonne empfangen oder eigenes Licht haben, ist nicht mit Bestimmtheit bekannt, obgleich sie nach neueren Untersuchungen eigenes Licht haben sollen.

Die Bahnen, welche die Kometen um die Sonne beschreiben, sind krummlinig und von der der Planeten abweichend, denn während diese sich in der Nähe der Ekliptik bewegen, entfernen sich jene meistens sehr weit davon; besonders merkwürdig ist aber, daß manche Kometen periodisch wiederkehren.

Besonders bemerkenswerth ist der große Komet, welcher im Jahre 1811 erschien (siehe Figur 5) und etwa zur Zeit des trojanischen Krieges zum vorletzten Male sichtbar gewesen ist und dessen Kopf einen Durchmesser von wenigstens 140,000 Meilen hat, dessen Schweif aber die Entfernung der Erde von der Sonne weit überragt. Er wird vielleicht 4700 Jahre nach Christi wiederkehren. Ferner sind folgende Kometen zu erwähnen: der des Astronomen Halley mit einer Umlaufszeit von 76 Jahren, welcher im Jahre 1736 zuletzt gesehen wurde; der des Astronomen Olbers, mit einer Umlaufszeit von 76 Jahren,

Figur 5.



dessen nächster Besuch auf das Jahr 1887 fallen soll, wo er am 9. Februar durch seine Sonnenlinie gehen wird; der des Astronomen Enke mit einer Umlaufszeit von $3^1/_2$ Jahren, welche bereits in den Jahren 1786, 1795, 1805, 1818, 1822, 1825, 1828, 1832, 1835 u. s. f. gesehen wurde; der Komet von Biela mit einer Umlaufszeit von $6^3/_4$ Jahren, welcher im Jahre 1626 entdeckt worden ist. Im Jahre 1843 wurde von Faye in Paris ein Komet mit $7^5/_{12}$ jähriger Umlaufszeit entdeckt; im Jahre 1844 von de Vico mit einer Umlaufszeit von $5^1/_2$ Jahren; im Jahre 1846 von Brossen in Kiel mit einer Umlaufszeit von $5^7/_{12}$ Jahren und im Jahre 1851 von D'Arrest mit einer Umlaufszeit von $6^1/_2$ Jahren. In neuerer Zeit sind deren mehrere, wenn auch nur durch Fernröhre sichtbare, entdeckt worden, aber auch bekanntlich einige dem unbewaffneten Auge sichtbare am Himmelsgewölbe erschienen.

Die Einflüsse, welche die Kometen auf die Temperatur des Dunstkreises unserer Erde, auf die Reinheit der Witterung, sowie andere fabelhafte und vielfach geglaubte Einflüsse, sind nicht zu beweisen.

Fixsterne. Unter den Fixsternen, welche, wie zu Anfang angedeutet wurde, ihre Stellung im Wesentlichen nicht ändern, sind namentlich folgende zu erwähnen die als Fixsterne erster Größe aufgeführt werden können: Sirius, Prokyon, Capella, Riegel, Beteiggeuze, Wega, Aldebaran, Regulus, Denebola, Castor, Spica, Arcturus, Antares, Altair Fomalhaut, Alphard, Akarnar, Kanopus. In den Abendstunden des Monats Februar glänzen deren 13 am Horizonte. 9 von ihnen stehen nord- und 9 südwärts vom Aequator. An der Spitze Aller steht der Sirius, welcher 5 mal so hell leuchtet als Wega, 6 mal so hell als Capella und 15 mal so hell als Regulus. Zu den Sternen zweiter Größe gehören z. B. der Polarstern, Gemma in der Krone, die 7 Hauptsterne des

großen Bären, zu denen dritter Größe der Delphin, die Alkyone u. s. w. Manche Fixsterne gehören zu den sogenannten veränderlichen Sternen, so z. B. der helle Stern Algol im Medusenhaupte, am Schilde des Perseus, welcher innerhalb dreier Tage als Stern zweiter und vierter Größe erscheint. — Nachdem er 61 Stunden als Stern zweiter Größe gefunkelt hat, nimmt sein Glanz plötzlich 4 Stunden lang ab.

Sternschnuppen. Diese kleinen zu Zeiten erscheinenden leuchtenden Körperchen hat man lange Zeit für feurige Meteore unserer Erde gehalten; jedoch betrachtet man sie jetzt als dem Weltraume angehörige kleine Körperchen (Asteroiden). Ihre Höhe soll 34—35 Meilen und ihre Geschwindigkeit, in einer Secunde, 4—8 Meilen betragen. Besonders merkwürdig sind die periodisch wiederkehrenden Sternschnuppenschwärme, welche man in der Zeit vom 12. bis 14. November und am 10. August beobachtet. Einer der bedeutendsten solcher Schwärme wurde in der Nacht vom 12. zum 13. November 1833 in Nordamerika wahrgenommen, wo die Sternschnuppen fast wie Schneeflocken zusammengedrängt schienen, so daß innerhalb 9 Stunden 240,000 gefallen sein sollen.

Die Sternschnuppen erscheinen an allen Punkten des Himmels und sind an keine Stelle gebunden; sie werden in allen Klimaten an Orten unter den verschiedensten Breitegraden beobachtet. Im hohen Norden sieht man sie oft durch die Strahlen des Nordlichts schießen. Die Witterung hat keinen Einfluß auf sie, nur daß sie bei gewölktem Himmel nicht leicht gesehen werden. Bei der Reinheit des Himmels in den tropischen Gegenden reizt dort die Aufmerksamkeit noch mehr, als bei uns, das entzückende, immer wiederkehrende Schauspiel der vielfarbigen Sternschnuppen.

Ihre Dauer ist bekanntlich sehr ungleich und ihre Geschwindigkeit wächst von 3, 20 und mehreren Meilen, in der Secunde.

Zodiakallicht. Mit diesem Ausdrucke (nach Zodiakus oder Thierkreis gewählt) bezeichnet man einen schwachen Lichtstreifen, welcher zur Zeit der Tag- und Nachtgleichen kurz nach Sonnenuntergang am westlichen Horizonte sich zeigt und in den Thierkreis fällt. — In den tropischen Gegenden soll dieses Licht weit heller und leuchtender sein, auch weit häufiger vorkommen, so daß es Humboldt als den beständigen Schmuck der Tropennächte bezeichnete.

Hofbuchdruckerei der Gebr. Jänecke in Hannover.

Register.

1. Buch. Zoologie.

2. Buch. Botanik.

H.

S.

3. Buch. Mineralogie im engern Sinne oder Oryktognosie.

4. Buch. Geognosie und Petrefactenkunde.

5. Buch. Chemie.

L.

M.

6. Buch. Physik.

---

7. Buch. Astronomie.

Gerding, Theodor,

Sieben Bücher der Naturwissenschaft für Gebildete aller Stände u. höhere Lehranst

Hannover 1862